CORSO ELEMENTARE

DI

TOPOGRAFIA

IN DUE VOLUMI

CONTENENTE OGNUNO

LIBRI TRE.

LIBRO I.

CORSO ELEMENTARE

DI

TOPOGRAFIA.

CORSO ELEMENTARE

DI

TOPOGRAFIA

ad uso

DE' GIOVANI INGEGNERI MILITARI E CIVILI,
E DEGLI AGRIMENSORI

DELL' ARCHITETTO

GAETANO PALERMO

Professore di Topografia del Real Collegio Militare, e Professore
Onorario di Architettura del Reale Istituto di Belle Arti.

VOL. I.

NAPOLI
DALLA TIPOGRAFIA DI R. MANZI
Strada S. Maria Antesaecula num. 18

1834.

A' LETTORI

Pubblichiamo per le stampe un *Corso Elementare di Topografia :* facoltà , che quantunque nota agli antichi , solo nelle passate guerre venne a perfezione di scienza. Imperciocchè addetti all'insegnamento di essa nel Reale Collegio Militare, trovammo , che nell' abbondanza de' trattati niuno per avventura provvede a disporre nettamente le idee cardinali , legandole con ordine ad una regolata istituzione : per che ci fu sempre mestiere il preparare da noi medesimi ciascuna lezione ; e se il fatto non ci fallisce , le fatiche nostre non rimasero senza frutto.

E però ci surse nell' animo essere acconcia cosa il metterle a stampa , perchè a questo modo se ne avesse potuto giovare anche l'esterna gioventù. Ma considerammo , che la Topografia ben altrimenti torna adatta nella istituzione di un giovane militare , da quello che possa toccare e gl' ingegneri civili e gli agrimensori ; poichè , a non dir altro , l'uso che può farne il primo è solo in certi limiti , laddove i secondi per altre varietà ne vanno occupati. E perciò , desiderando di provvedere il più che fosse in noi all' universale della scienza, non ci restammo pur contenti all' opera eseguita ;

ma da capo rimessici a frugare ne' celebri trattati, siccome de' Puissant, de' Benoît, de' Verkaven, de' Lefèvre, degli Hayne, de' Marie, e de' Moitte, tutte ne raccogliemmo le nozioni necessarie; e fatte aggiunte e modificazioni opportune al nuovo scopo, ogni cosa metodicamente ordinammo a compiuta istituzione.

Questo *Corso Elementare* poi dividemmo in sei libri: il primo de' quali tratta, *dell' Arte di levare i piani, e delle diverse questioni a tale oggetto*: il secondo, *della Livellazione applicata ai profili ed al figurato geometrico del terreno*: il terzo, *dell' Agrimensura, e della divisione de' terreni*: il quarto, *del Disegno topografico, così al tratto che all' acquarella*: il quinto, *della Scrittura e riduzione delle Carte topografiche*: e finalmente il sesto, *delle Memorie descrittive*.

Quale opera presentiamo ora alla gioventù: e null' altro aspetta il desiderio nostro, che vedere agevolato l' insegnamento della scienza, e che un più felice ingegno si mova a rendere perfetto ciò che noi abbiamo impreso a necessità e non per elezione.

CORSO ELEMENTARE

DI

TOPOGRAFIA.

LIBRO I.

DELL'ARTE DI LEVARE I PIANI, E DELLE DIVERSE QUESTIONI A TALE OGGETTO.

Nozioni preliminari, e mezzi necessarj per fare l'abbozzo di un piano topografico.

1. La *Topografia* (1) è l'arte di rappresentare tutte le parti di un terreno secondo i rapporti della loro posizione ed estensione.

Come geometra, questi rapporti si determinano conformandosi nel tempo medesimo alla legge della projezione ortografica (2); e come disegnatore, si danno agli oggetti della carta che si vuole acquarellare con cura, i colori e le ombre che la natura indica, o solamente per le carte militari, si applicano alle masse e a' dettagli, le tinte ed i segni convenzionali che vi sono proprj. Quindi è, che la Topografia può considerarsi divisa in due parti, di cui la prima contiene la maniera di levare i piani, ch'è la presente; e la seconda il modo come disegnarli, di che in seguito ci occuperemo.

---

(1) La etimologia di questo vocabolo deriva dalle due voci greche τοπὸς (luogo), e γραφὴ (descrizione).

(2) Projezione ortografica di un' oggetto è quella figura, che si traccia su di un piano dalla unione di tutt' i punti d'incontro delle perpendicolari condotte al piano medesimo da ciascuno de' suoi vertici.

2. *Levare un piano*, *o formare la carta di un paese* è lo stesso, che rappresentare su di un foglio una data contrada, costruendovi con un medesimo rapporto, delle figure simili a quelle de' diversi oggetti ivi esistenti, i quali si suppongono projettati ortogonalmente su di un piano orizzontale.

3. Per levare con precisione un piano di qualsiasi contrada, bisogna farne primamente il così detto *abbozzo*: il quale consiste nel segnare su di un foglio quanti punti è possibile corrispondenti agli oggetti più cospicui della contrada da levarsi, determinandone la posizione coll'uso de' calcoli trigonometrici; ad avere i quali supponesi stabilita una serie di triangoli su di una o più basi conosciute, i cui vertici corrispondano a' punti prescelti sul terreno. Ottenuto un tale abbozzo, vi si dovranno fissare tutti gli altri punti de' rimanenti oggetti, che sono racchiusi nelle aje de' suddetti triangoli, praticandovi delle triangolazioni secondarie, ed in fine riempiere tutte dette aje con indicarvi ogni particolarità, acciò la carta presenti una chiara idea della natura del luogo.

4. Onde principiare le operazioni di misure sul terreno, bisogna tra due luoghi di esso cercare per quanto sia possibile un suolo uniforme e comodo, ove si possa misurare la più estesa lunghezza, da servire di *base* alla primitiva triangolazione, e così praticare per quelle appartenenti alle triangolazioni secondarie; e queste operazioni sono sempre le stesse. Il modo di misurare questa base è di porre ne' suoi estremi due pali visibili e verticali, facendovi restare delle persone onde non sieno da altri abbattuti o smossi, e di adoprare una catena, che in seguito descriveremo, conducendola orizzontalmente dall' uno all' altro estremo di essa base più volte e per la stessa sua direzione, affine di osservare se vi sia qualche differenza ne' risultati della sua totale lunghezza; della quale differenza poi dovrà tenersene conto, onde prendere un termine medio tra questi risultati e fissarlo per la precisa misura di tale base.

5. Ottenuta questa base, si possono da' suoi estremi per altre direzioni determinarne delle altre onde dirigere da tutt' i loro punti estremi delle visuali agli altri oggetti, che voglionsi fissare sulla carta, e che non si scoprono dagli estremi della primitiva base, misurandone gli angoli che queste visuali fanno con le rispettive loro basi. L' ispezione della prima figura ne somministra una chiara idea.

Da ciò si comprende come si stabilisce su di un piano una rete di triangoli i cui vertici fissano la posizione de'

diversi oggetti di una contrada, e come l'uso della trigonometria per lo calcolo di questi triangoli vi primeggia.

6. I mezzi necessarj che adopransi alle osservazioni per formare l'abbozzo, ossia disegno primitivo di un piano, sono d'incominciare ad elevarsi il più ch'è possibile, salendo su di una torre, od un campanile, da cui si potrà scoprire la più gran parte de' luoghi, de' quali si vuol conoscere la posizione, si trasporterà a' differenti siti ove sarà necessario per prendere una tal quale conoscenza di tutti questi luoghi, e si configureranno su di una idonea carta, la quale servirà a segnare le differenti misure che si prenderanno nel corso delle operazioni, e ad indicare presso a poco la posizione di ciascun luogo, scrivendo esattamente la sua denominazione, onde non equivocare nel rintracciarlo, senz'aver bisogno d'indicatori, che spesso cadono in inganno.

Si può benanche fare un registro in cui notare la specie dell'oggetto pel quale si dirige l'osservazione; ma ciò si pratica da coloro i quali non conoscono abbastanza il disegno.

7. Qualche volta i punti trigonometrici di un paese sogliónsi per più comodo rapportare alla sua *meridiana*, ed alla *perpendicolare*; dapoichè facendo ciò dipendere tutto dalla consecutiva risoluzione de' triangoli, commesso che si sarà qualche errore in uno di essi, questo verrà ripetuto per tutti gli altri consecutivi triangoli. Sicchè per rendere la posizione di ciascun punto indipendente da qualunque altro, si è convenuto rapportarlo a due assi rettangolari, cioè alla meridiana del luogo stesso ed alla sua perpendicolare, calcolandone le rispettive coordinate rettangolari. Veniamo all'applicazione.

Suppongliamo aver determinato la posizione della linea meridiana del luogo A (Geog. matematica), che sia NS, ed EO la sua perpendicolare (*fig.* 2), si vuole determinare la posizione de' punti B, e C, vale a dire le distanze Bt, Bv, e Cy, Cx. Supposto ne' rettangoli $AvBt$, $AxCy$, tirate le diagonali AB, AC, si avrà da ognuno di essi due triangoli rettangoli, di cui la ipotenusa è conosciuta, e gli angoli che si misurano nel luogo A; quindi R: sen. BAt :: $AB:Bt$, o Av, ed R:cos.BAt::$AB:At$; come pure R:sen. CAx::$AC:Cx$, o Ay, ed R:cos.CAx::$AC:Ax$. Dunque il punto B situato verso Nord-est dista dalla meridiana del luogo A per Av, ossia pel sen:BAt, e dalla sua perpendicolare per At, cioè pel cos.BAt; così pure il punto C verso Sud-est è distante dalla meridiana di A per Ax, ed Ay dalla sua perpendicolare, cioè pel seno e coseno di CAS. Ed ec-

co come facilmente si ottiene la posizione di questi punti, poichè con un solo angolo che si è osservato dal luogo A, e con la distanza che si determina tra detto luogo ed il prescelto, si ottengono le rispettive coordinate riguardo a' detti due assi rettangolari.

Ed ecco come suole stabilirsi l'*abbozzo di un piano topografico*. Veniamo ora alla descrizione, ed uso degli strumenti più usati per la misura delle linee e degli angoli, che concorrono alla formazione di un tale abbozzo, e quindi alle primitive tracce pel figurato del terreno. Ma prima di ciò è di bene premettere il seguente Capitolo su i rapporti delle diverse misure che si adoprano pel servizio della Topografia col nuovo sistema metrico.

CAPITOLO I.

DELLE DIVERSE MISURE RAPPORTATE AL NUOVO SISTEMA METRICO.

Benchè il sistema metrico decimale sia da qualche tempo messo in pratica in quasi tutt' i migliori stabilimenti dell' Europa, pure stimiamo esporlo quì brevemente dando nel tempo medesimo i rapporti delle principali misure antiche colle nuove.

8. L' unità delle misure lineari è il *metro*, cioè quasi la diecimilionesima parte di un quarto del meridiano terrestre, che corrisponde a 3 piedi, 11 linee, 296 millesimi di linea dell' antica misura.

Da ciò ne risulta, che la tesa = 1, 94904
piede = 0, 32484
pollice = 0, 02707
linea = 0, 00226

Il *metro* è stato sostituito all' auna, ed il *doppio metro* alla tesa. Per le altre misure lineari si è preso il moltiplice e summoltiplice decimale di esso: aggiungiamo quì un quadro con l' antica e nuova nomenclatura.

Quadro delle misure lineari.

NOMENCL. ANTICA	NUOVA NOMENCL.	VALORE METRICO
Miriametro	Lega metrica	10000
Chilometro	Miglio	1000
Ettometro	. . . . . .	100
Decametro	Pertica lineare	10
Metro	. . . . . .	1
Decimetro	Palmo	0,1
Centimetro	Dito	0,01
Millimetro	Tratto o Atomo	0,001

L'unità poi delle misure di superficie o agrarie è l'*Ettara*, che corrisponde a 10mila metri quadrati, ed il lato di questo quadrato è per conseguenza 100 metri. Le seguenti divisioni dell'Ettara per le altre misure vengono quì similmente indicate.

Quadro delle misure agrarie.

NOMENCL. ANTICA	NUOVA NOMENCL.	VALORE METRICO
Ettara	Arpent metrico, o Tornatura	100
Decara	. . . .	10
Ara	Pertica quadra, o Tavola	1
Deciara	. . . .	0,1
Centiara	Metro quadro	0,01
Milliara	. . . .	0,001

Ma perchè spesso accade doversi servire di altre misure che sono ancora adottate in alcuni paesi, così è d'uopo tener presente le seguenti tavole di comparazione al nuovo sistema, onde utilizzarle nelle diverse circostanze, potendo facilmente convertire qualunque di esse alle nuove misure, o reciprocamente. (Aritmet.)

Tavola de' rapporti metrici di varie misure itinerarie adottate nelle principali città di Europa.

DENOMINAZIONE DELLE MISURE	CHIL.	METRI	MIL
Lega di Francia oraria o marina di 20 a grado.	5	555	600
— media	5	000	000
— terrestre, o comune di 25 a grado	4	444	[illegible]00
— di posta = 2000 tese	3	898	000
Brassa, Brassata, o Passo geometrico = 5 piedi di re		1	624
Auna		1	188
Lega o Miglio di Alemagna = 2000 pertiche o verghe del reno.	7	532	000
Pertica o Verga = 12 piedi		3	7[illegible]6
Piede rindalico = 12 pollici = 144 linee		...	314
Miglio o Lega comune detta geografica di 15 a grado = 4000 passi geometrici	7	408	000
Passo = 5 filsterii o piedi		1	850
Miglio nuovo di Russia o Wersta di 104 1/2 a grado = 500 Sazen	1	6[illegible]	500
Sazen, Saschen, Sagena, o Saschina		2	133
Lega itineraria di Spagna = 8000 vare	6	693	000
Lega marina di 17 1/2 a grado	6	350	000
— comune o oraria = 4 migeros	5	570	000
Migeros, o Milliario = 1000 passadas	1	394	000
Passadas o Passo geometrico = 5 piedi		1	394
Vara = 3 piedi = 2 cubiti litici = 4 palmi		...	83[illegible]
Lega marina d'Inghilterra di 20 a grado	5	555	600
Miglio legale = 800 fathoms = 1760 yardes	1	609	300
Miglio di Londra	1	5[illegible]4	47[illegible]
Yarda, Verga, o Canna = 3 piedi		...	914
Miglio turco	1	477	000
— comune di 62 a grado	1	792	000
Berri di Costantinopoli	1	670	000
Pico stambolino, o piede		...	709
Piede di Grecia		...	30[illegible]
Miglio d'Italia o marino di 60 a grado	1	851	98[illegible]
Passo geografico		1	8[illegible]2
Miglio romano moderno	1	482	100
Palmo romano		...	254
Passo napolitano = palmi 7 1/3 (mis. variab.)		1	930
Palmo di Napoli = 12 once = 60 minuti		...	263
Palmo di Sicilia = 12 once		...	242

Tavola de' rapporti metrici di varie misure agrarie che si adoprano nelle primarie città di Europa.

DENOMINAZIONI DELLE MISURE	ARE	CEN.	
Arpent legale delle Acque e Foreste = 100 pertiche quadrate di piedi 22 ognuna .	51	07	20
Arpent di Parigi = 100 pertiche di 18 piedi	34	18	80
Morgen grande di Alemagna = 600 pertiche quadre	135	10	
Pertica quadra di detto Morgen = 256 pie. qu.		21	
Morgen piccolo o Arpent = 600 pert. q. . . .	96	46	
Pertica quadra di detta misura = 196 pie. qu.		16	
Decetina di Russia = 3200 Sagene o Sazen q.	145	67	
Dissaetina = 117600 piedi quadri del Reno	115	84	
Sazen, Sagena, o Saschina quadra		4	50
Zugada = 10 Beth-Coron di Spagna = 50 haneghe = 25000 estalade quadre	2352	32	50
Yugada = 50 tanegadas	2235	.0	
Fanegada	44	71	
Anegha o Fanegha = 500 estalade quadr.	47	4	65
Estalada quadra = 21 piedi quadri		9	40
Piede quadrato		. .	07
Librata terrae d'Inghilterra = 240 acre . .	9712	10	40
Solidata terrae = 12 acre	485	60	52
Acra legale = 160 pertiche di 16 1/2 piedi = 4840 yarde qu.	40	46	71
Rood, o Fordingal, quarto d'acra	10	11	67
Pertica quadrata = 272 1/4 piedi quadri .		25	29
Yarda quadra		. .	83
Soccata di Milano = 49,58 are = 10 stajole = 660 pertiche quadre	43	19	76
Pertica quadra = 24 tavole	6	54	51
Rubbio = 7 pezzi	184	81	15
Quarta = 4 scorzi	46	17	68
Pezzo = 16 catene quadre	26	40	16
Scorzo = 2 quartucci	11	54	42
Quartuccio = 3 1/2 catene quadre (mis. variab.)	5	77	21
Moggio napolitano = 10 quarte = 90 noue = 450 quinte = 900 passi quadr. (mis var.)	33	64	85
Quarta = 9 none	3	36	48
Nona = 5 quinte	•	37	33
Quinta = 2 passi quadri		7	47
Passo quadrato = 53 719 palmi quadri. . .		3	73
Versura del Tavoliere di Puglia = 36 catene quadre	122	63	76
Catena quadra = 100 passi quadri	3	.0	66

DENOMINAZIONI DELLE MISURE	ARE	CEN.	
Tomolo o Moggio del suddetto Tavoliere = superficie di passi 30 per 40 = 1200 passi quadri = 58800 palmi quadri	40	87	92
Carro = 20 versure = 720 catene quadre .	2452	75	20
Miglio quadro = 10000 catene quadre . . .	34066	00	00
Salma di Palermo (antica)	222	59	44
Salma = 4 bisacce (quadr. di 64 canne di lato)	174	22	30
Bisaccia = 4 tumoli	43	55	57
Tumolo, o Corda quadra = 4 mondelli . .	10	88	87
Mondello = 4 carozzi	2	72	22
Carozzo o catena quadra = 4 quarti . . .		68	05
Quarto = 4 quartigli = 256 palmi quadri.		17	01
Quartiglio o Canna quadra = 64 palmi qu.		4	25

CAPITOLO II.

DESCRIZIONE ED USO DE' MIGLIORI STRUMENTI, CHE SI PRATICANO PER LA MISURA DELLE LINEE, E DEGLI ANGOLI.

Della Catena metrica.

9. La *Catena* è ordinariamente composta di maglie di di ferro di lunghezza ognuna un doppio decimetro costituendo la intera lunghezza di dieci metri. (*fig.* 5 *n.* 1) Essendo questa impossibile poterla stendere rigorosamente in linea retta, poichè si rischierebbe di rompere gli anelli intermedj alle sue maglie; bisogna perciò prima di servirsene verificarla sopra di una buona misura, e darle in circa due centimetri di più de' dieci metri. È inutile lo avvertire, che bisogna sempre servirsi d' intelligenti *Catenieri*, perchè la esattezza del piano dipende in gran parte dalla precisione delle loro operazioni.

10. Quando si misura una base, ovvero una linea retta, tracciata sul terreno col mezzo di *bastoni* o *palicciuoli* guarniti ognuno alla estremità superiore di un picciolo quadrato di carta bianca, o latta colorita, (*fig.* 3) onde servire di guida all' allineamento di essa; il Cateniere, che camina innanzi nella direzione di questi, porta dieci *perni di ferro*, o *chiodi*, che pianta in terra uno dopo l' altro allorchè la catena è bastantemente tesa e quando le sue estremità sono in una medesima linea orizzontale, qualunque sieno i piegamenti del terreno; ed il cateniere, che viene dopo, porta seco questi perni di ferro secondo che misura. Se la linea che si percorre è di più d' una *portata*, cioè, se è più lunga di dieci volte la catena, si continua la medesima operazione, ritenendo, oppure scrivendo su di un libretto il numero delle portate e de' metri, che contiene la tracciata linea misurata.

11. Quando le linee di operazioni traversano un terreno che offre una, o diverse pendenze di molta lunghezza, allora in vece di disporre orizzontalmente la catena, ciò, che sarebbe molto fastidioso e poco esatto, si misura la lunghezza di ogni pendenza, e dopo aver stimato l' inclinazione all' orizzonte di ognuna di esse, con una livella di pendio, che spiegheremo in seguito, si ridurranno queste parziali misure all' orizzonte, per mezzo della seguente formola, e si otterrà il giusto loro valore.

Sia l la (*fig.* 4) lunghezza della linea dritta misurata, m la sua inclinazione, ed x la sua lunghezza ridotta all' orizzonte; si avrà evidentemente per la proprietà del triangolo rettangolo $x = l. \cos. m$. Ma siccome per lo più spesso l'angolo m è molto piccolo, sarà più comodo il calcolare l'eccesso di l sopra x, allora si ha $l - x = l(1 - \cos. m) = 2l \text{sen.}^2 \frac{1}{2} m$. In questa maniera la quantità, che bisogna togliere dalla lunghezza misurata per ridurla all' orizzonte è uguale a due volte questa lunghezza moltiplicata pe 'l quadrato del seno della metà dell' angolo d' inclinazione.

12. Quando però si devono misurare delle piccole distanze, si può vantaggiosamente rimpiazzare alla catena un *doppio metro* ovvero *passo*, potendo questo operarsi più comodamente ne' luoghi ristretti, essendo che esso è composto da due bastoni rotondi, ciascuno di un metro di lunghezza, e diviso ognuno in decimetri e centimetri, quali bastoni si riuniscono e si separano secondo le circostanze, per essere uno di questi guarnito di una madre vite, e l'altro di una vite. (*fig.* 5 *n.* 2)

13. Per determinare l' inclinazione, ovvero la pendenza di un terreno riguardo al suo orizzonte, si fa uso della così detta *livella di pendio* denominata ancora *Archipensolo*. Dessa è formata da due righe eguali di legno, o meglio di ottone, le quali formano un triangolo isoscele con altra simile che le fa di base (*fig.* 6): alle medesime vi è saldato un' arco circolare di egual metallo il di cui centro è nel vertice C di esso triangolo, dal quale vertice pende un filo con corrispondente piombino, che serve ad indicare di quanto si discosta la verticale CD dal zero della graduazione di detto arco (ch' è nella direzione della linea bisecante in eguali parti la base AB), onde determinare l' angolo DCE, o DAB, che gli è uguale per la similitudine de' due triangoli rettangoli FEC e FDA, quale sarà l' inclinazione del piano AB sull' orizzonte OB.

Del Grafometro.

14. Il *Grafometro* è un' istrumento di ottone composto di un semicerchio ADB, (*fig.* 7) di due righe AB, CD, e di un ginocchio E, che serve a posare quest' istrumento sul suo *tripiede* GFI nella posizione che si vuole, mediante la vite di pressione P. Questo semicerchio è diviso esattamente

in 180, o 200 gradi (1) sul suo *lembo* ADB, incominciando da A verso B, e reciprocamente. La riga AB, o il diametro del semicerchio medesimo è munita nelle sue estremità di due *pinnole* o *traguardi* fissi, e posti perpendicolarmente al suo piano. L'altra CD mobile intorno al centro M, che chiamasi *alidada* è anche similmente guarnita di pinnole, delle quali una di esse ha nel suo mezzo un piccol foro ed al di sotto una finestretta con filo di seta, o crine posto per la sua lunghezza, l'altra contiene al di sopra detta finestretta col suddetto crine ed al di sotto il foro mentovato; come dalla presente figura osservasi. Questi fori con gli opposti fili delle picciole finestre de' traguardi della riga immobile devono corrispondere esattamente al punto o, e 180° o 200° della divisione marcata sul lembo, mentre quelli della riga mobile servono a determinare i gradi, che si contengono nell'angolo osservato tra due oggetti. A quale uopo bisogna, che il grafometro sia non solamente ben diviso, ma anche ben centrato, di modo che le linee di mira dell'alidada e quelle della riga fissa passino pe'l suo centro.

Mediante una noce annessa al di sotto del centro dell'istrumento, che forma il *ginocchio* E, si può dare al suo piano qualunque posizione allentando la *vite* P *di pressione*.

Per verificare un grafometro, conviene scegliere un luogo di cui l'orizzonte sia libero e circondato da varj oggetti. Si diriggono a tutti questi oggetti de' raggi visuali, osservando gli angoli che questi fanno da dritta a sinistra, o viceversa, finchè si torna all'oggetto da che si è partito, avendo percorso l'intero giro dell'orizzonte. Si sà che tutti gli angoli formati intorno ad un punto vagliono 360°, o 400°, se dunque si è osservato ogni angolo particolare con una precisione geometrica, aggiungnendo tutti questi angoli si devono trovare i 360°, o 400°; ma siccome non è facile di poter con rigore annoverare le parti di grado corrispondenti alla visuale dell'alidada, sia per la picciolezza dello strumento, sia per la imperfezione della nostra vista: si è di avviso ripetere in ogni osservazione di angolo, due o tre volte l'operazione, con dare così qualche compenso ad un tal valore.

15. Ciò non ostante, era dovuta al Signor *Nonius* la gloria di avere inventato il mezzo da togliere questo difetto, e ciò nel seguente modo. Si traccia su di ciascuno estremo dell'alidada un'arco di cerchio concentrico alla circonferenza del lembo dell'istrumento: in seguito si prendano

(1) Nuova divisione.

un certo numero di gradi sulla circonferenza medesima e si riportano con una unità di meno, ma divisi nello stesso numero di gradi sull' arco dell' alidada. Sarà chiaro comprendere, che un grado dell' alidada avrà un certo numero minore di minuti di quello, che si contiene in un grado del lembo del grafometro. Per esempio, si prende un arco di 12 gradi del lembo, e si riporta di 11 gradi in corrispondenza sull' estremo dell' alidada, ma però diviso in 12 parti eguali: allora ognuna di queste è minore di quella del lembo per $\frac{11}{12}$; vale a dire, essendo ogni grado di 60 minuti (nella divisione antica) sarà $\frac{11}{12} = \frac{55}{60}$, ossia, che il grado dell'alidada contiene 5 minuti meno di quello del lembo. Ed è perciò facile in questo caso numerare in ogni valutazione di angolo, i gradi, ed i minuti che esso contiene da cinque in cinque, con guardare quale divisione dell' alidada corrisponde esattamente a quella del grafometro, onde togliere da' gradi che si contengono tra lo zero dell' istrumento e quello dell' alidada altrettanti cinque minuti, per quante sono le divisioni intercette tra il 0 di questa e la lineetta che coincide con quella del grafometro - numerando al di dentro dell' angolo osservato. A queste divisioni così congegnate sull' estremo dell' alidada se l' è dato il nome di *Nonio*, derivante dall' autore indicato. (*vedi fig.* 8.)

Quante volte adoprasi questo istrumento, conviene porre il suo centro in corrispondenza di quello prescelto sul terreno, mediante un filo a piombo, il suo diametro in direzione di uno degli oggetti da osservarsi, e l'alidada verso l' altro oggetto, facendo corrispondere l' intero suo piano in quello che s' immagina passare per i tre prescelti punti del terreno, ed indi determinare il valore dell'angolo che si osserva tra detti punti. Se però questo piano è di molto inclinato all' orizzonte, si dovrà prima ridurlo, e poi notarlo nel registro, o nello abbozzo del piano, altrimenti si otterrebbe un' angolo maggiore di quello projettato sull' orizzonte, quale non sarebbe a proposito nel caso nostro § 2. Veniamo quindi alla soluzione di questo problema.

16. Sieno A,C,B, (*fig.* 9) i tre punti scelti sul terreno, DCE il piano orizzontale, che passa pe'l centro dell' istrumento sul quale si vuole projettare l'angolo ACB osservato.

Dal punto C si elevi una linea verticale indefinita, la quale passerà pe 'l suo zenit, e si descrivano col centro C ne' piani ACO, BCO, gli archi OIG, OFH, saranno

le porzioni OIG, OF quadranti, e l'arco FG, sarà la misura dell'angolo ACB, o GCF dell'angolo sferico GOF. Sicchè la soluzione del problema si è ridotta a trovare l'angolo O del triangolo IOH di cui si conoscono i tre lati.

Per trovare questo angolo, si ha dalla risoluzione de' triangoli sferici.

$$\text{sen.}\frac{1}{2}\text{O}=\text{R}\sqrt{\frac{\text{sen.}1/2(\text{HI}+\text{OH}-\text{OI})\cdot\text{sen.}1/2(\text{HI}+\text{OI}-\text{OH})}{\text{sen.OH.sen.OI}}},$$

e ponendo per abbreviazione

R. Raggio = ... 1
ACB. Angolo osservato = ... a
OH. Angolo al Zenit dell' oggetto B = . . . b
OI. *idem* dell' oggetto A = ... c,

sarà

$$\text{sen.}\frac{1}{2}\text{O}=\sqrt{\frac{\text{sen.}1/2(a+b-c).\text{sen.}1/2(a+c-b)}{\text{sen.}b.\ \text{sen.}c}},$$

formola che facilmente si risolve.

Del Sestante.

17. Quantunque gli strumenti a riflessione sieno specialmente destinati per le nautiche osservazioni, nulla di meno possono questi essere adoprati nelle operazioni topografiche per le triangolazioni d'un abbozzo da servire di fondamento alle riconoscenze militari, le quali devono esser fatte con molta celerità. L'istrumento dunque più idoneo a tale oggetto, e che l'uffiziale di Stato-maggiore è nel caso di usare frequentemente, è appunto il *Sestante*, che faremo quì conoscere.

Supponghiamo uno specchio piano piazzato in MM' (*fig.* 10) perpendicolarmente al lembo del sestante ACE ed in direzione del raggio mobile CA; più un secondo specchio NN' alquanto più piccolo stagnato nella parte inferiora e parallelo al primo, allorchè il detto raggio CA passa pel zero della graduazione. Dalla proprietà di questi specchi, un raggio luminoso che parte da un sito molto lontano, e che giunge direttamente come GC fino alla super-

ficie dello specchio MM' è riflesso da questa superficie secondo CR, in modo tale, che l'angolo di riflessione RCA è uguale all'angolo d'incidenza GCM: ma il raggio CR trattenuto dalla superficie stagnata del secondo specchio, è similmente riflesso secondo RL; ed a cagion del supposto parallelismo de' specchi, l'angolo GCR è uguale all'angolo CRL. Quindi se piazzasi un cannocchiale LL' nella direzione G'RL, l'oggetto G a causa della gran distanza, sarà visto direttamente nella direzione G'R a traverso la parte trasparente della seconda superficie NN' e sensibilmente parallela a GC; di modo che le immagini dirette e riflesse dell'oggetto potrebbero coincidere perfettamente, e l'alidada mobile AC sulla quale lo specchio grande MM' è piazzato, si troverà precisamente sul zero della graduazione.

Ora, se si fa muovere questa alidada per darle la posizione CB, lo specchio MM' sarà in mm', e fra gli oggetti riflessi ve n'è uno D, che veduto nel cannocchiale si confonderà in R con la diretta immagine dell'oggetto, G'; di più l'angolo di riflessione RCm' sarà uguale a quello d'incidenza DCm; ed a causa del parallelismo delle rette GC,G'R, la distanza angolare dell'oggetto G, o G' veduto direttamente, all'oggetto D visto per riflessione, sarà rappresentata da $GCD = x$. Or siccome RCA ovvero $GCM = x + \varphi$; RCB, ossia $DCm = \varphi + a$, si ha MCm, cioè $BCA = a = RCA - RCB = x - a$, ed in fine $x = 2a$. Quindi l'angolo GCD avrà per misura il doppio dell'arco AB percorso sopra il lembo dall'alidada AC. Per la qual ragione è che i mezzi gradi sono presi per interi, e che l'arco di 60°, che contiene il lembo è numerato di 120.°

Per verificare questo istrumento bisogna assicurarsi del grande specchio, il quale dev'essere perpendicolare al piano di esso: in ciò vi si perviene piazzandosi in modo da vedere in questo specchio una parte del lembo. Se l'immagine riflessa di tale parte apparisce essere in una medesima superficie con quella che si vede direttamente a lato del grande specchio, la perpendicolarità ha luogo. Al contrario, se l'immagine riflessa del lembo comparisce distaccata dalla parte vista direttamente, questo specchio sarà inclinato per rapporto al lembo: conviene allora raddrizzarlo col mezzo delle viti che l'uniscono all'alidada, fino a che si ottiene la posizione richiesta.

Il piccolo specchio, ch'è fisso, deve benanche essere perpendicolare al piano dell'istrumento, assicurandosene come segue: Dopo aver approssimato ed allontanato il cannocchiale dal lembo, in maniera, che il suo campo sia ripar-

tito in due uguali porzioni dalla linea di separazione della parte stagnata e di quella che non lo è affatto, si fa muovere l'alidada sulla quale si trova il grande specchio fino a che l'immagine riflessa di un'oggetto terrestre viene a coprire sul picciolo specchio l'immagine diretta del medesimo oggetto. Se queste due immagini si confondono perfettamente, sarà questa una prova, che le superficie de' due specchi sono parallele, e per conseguenza perpendicolari al lembo. Se poi le due immagini non coincidono, il picciolo specchio non sarà giammai rettificato, e bisognerà, per farli giocare convenevolmente, attivare le viti del sostegno di questo piccolo specchio, fiutantochè la soprapposizione delle due immagini sia perfetta.

Il parallelismo de' due specchi si stabilisce piuttosto quando la linea di fede dell'alidada è esattamente sul zero della graduazione; ma se dopo di aver fatto uso del sestante il picciolo specchio si è un pò smosso dal sito parallelo al lembo, si potrà per non fare giocare troppo frequentemente le viti del suo sostegno, tener conto della quantità di cui la linea di fede dell'alidada si scosta dal zero della graduazione, allorquando li specchi sono paralleli: questa quantità positiva, o negativa, è ciò che chiamasi *errore di collimazione*.

Se il parallelismo delle due superficie del grande specchio non ha luogo, i raggi di luce degli oggetti proveranno delle refrazioni ineguali nell'entrare e nell'uscire dal vetro; allora i raggi riflessi non faranno colla superficie dello specchio un'eguale angolo a quello de' raggi incidenti, e per conseguenza gli angoli misurati saranno affetti di questo difetto dello specchio. È importante dunque di assicurarsi del parallelismo delle superficie di cui si tratta.

Resta a rendere l'asse del cannocchiale, o del tubo parallela a quello dell'istrumento, ciò dipende interamente dall'ingegnere costruttore di tali strumenti. Quante volte è adempita questa condizione, l'osservatore non farà altro, che stabilire il contatto de' due oggetti, de' quali si vuole misurare la distanza angolare verso il mezzo del campo del cannocchiale, o dell'apertura del tubo; cioè alla metà dell'intervallo de' due fili paralleli al piano dell'istrumento, e piazzati al fuoco del cannocchiale.

18. Il principale vantaggio di questo istrumento a riflessione è, che non ha bisogno come gli altri di esser fissato su di un trepiede nel corso dell'osservazione, anzi si può tenere da una mano il suo manico, e fare con l'altra muovere l'alidada. Quindi è, che un Ingegnere militare,

il quale trovasi in caso di dover fare una triangolazione in tempo di guerra su di un terreno sospetto, e che ciò si pratica per lo più a cavallo (1), l'unico istrumento da familiarizzarsi è indubitatamente il sestante. Questi è pure idoneo alla misura delle altezze, conosciuta che si è la distanza orizzontale di un oggetto dal sito di osservazione, e ciò nel seguente modo.

19. Si piazza il sestante nella situazione verticale guardando direttamente all'orizzonte, ed avanzando l'alidada fino a che l'immagine del proposto oggetto tronca l'orizzonte medesimo; quale orizzonte conviene stabilirlo artificialmente per mezzo di uno specchio, le di cui superficie sieno perfettamente piane e parallelle, e posto su di un bagno di mercurio onde fargli prendere naturalmente la posizione orizzontale; il quale bagno mettesi avanti dell'istrumento e nel piano verticale che passa per l'oggetto di cui si vuol conoscere l'altezza.

Sia per esempio OH l'orizzonte artificiale, (fig. 11) Z il Zenit, e C il centro dell'istrumento. Un oggetto A, che si osserva in H nello specchio è riflesso secondo HC, quale è veduto nella direzione CA', mentre apparisce direttamente secondo AC. Or a causa che l'angolo d'incidenza AHZ è uguale all'angolo di riflessione $ZHC = Z'HA'$, si ha $ACA' = AHA' - A = 2AHO - A$, ed $AHO = \frac{1}{2}ACA' + \frac{1}{2}A$; cioè *altezza cercata* $= \frac{1}{2}$ *angolo osservato* $+ \frac{1}{2}$ *A*. Ma l'angolo A essendo piccolissimo si ha semplicemente *altezza cercata* $= \frac{1}{2}$ *angolo osservato*.

Da ciò ne segue, che quando il lembo è verticale, e che le due immagini dell'oggetto coincidono, si ha il doppio dell'altezza cercata, siccome pure si ottiene allorchè il detto lembo è presso a poco orizzontale.

Sicchè conosciuto il coseno, ossia la distanza orizzontale del determinato angolo, si può facilmente ottenere il suo seno, ch'è la verticale dell'oggetto addimandato.

20. Abbiamo esposto il modo come misurare le linee, e gli angoli per formare l'abbozzo di un piano, ponendovi il metodo come ridurre le loro valutazioni all'orizzonte, immaginando però che tutte le osservazioni si possano

(1) Vedi Hayne *Topografia militare*, e la maniera di fare le *riconoscenze militari* riportata nel Memoriale Topografico e Militare della Francia.

eseguire ne' punti prescelti sul terreno o in quelli già traguardati; ma questo non può effettuirsi a causa che essi per lo più sono punte di campanili, di telegrafi, vertici di angoli di distinti edifizj, o di rocce inaccessibili etc. allora l' Ingegnere topografo è obbligato di situarsi in qualche sito adjacente a questi, onde non distaccare le sue operazioni da quelle che già avrà principiate e quindi ottenere una consecutiva triangolazione. Ed è perciò necessario esporre il mezzo come ridurre gli angoli osservati a quello di stazione col presente problema.

21. Sia l' angolo ACB (fig. 12) di già osservato da B ed A, ed intanto si è nella necessità di piazzarsi in S per la suindicata ragione, da dove si scoprono gli oggetti A, B, onde applicare la correzione al detto angolo ACB.

Pe' due triangoli DBC, DAS, l' angolo esteriore ADB è eguale sì a DCB+DBC, che a DAS+DSA; dunque DCB+DBC=DAS+DSA, ed ACB=BSA+CAS—SBC. Dal triangolo ACS, si ha sen. SAC : sen. ASC : : SC: CA, e sen. $SAC = \frac{SC. \text{ sen: } ASC}{AC}$; similmente pel triangolo SBC, sta sen. SBC: sen. BSC : : SC: CB, e sen: $SBC = \frac{SC. \text{ sen: } BSC}{BC}$; sicchè sostituendo questi valori nella prima equazione, per essere picciolissimi gli angoli CAS, SBC, i loro archi si confondono co' seni; si otterrà

$$ACB = ASB + \frac{SC \text{ sen. } ASC}{AC} - \frac{SC. \text{ sen. } BSC}{BC}.$$

Per abbreviare si faccia ACB= c
ASB= . . . . o
SC= . . . . r
AC distanza a dritta= . . . . d
SC id: a sinistra= . . . . s
BSC= . . . . y

ed invece di ASC pongasi $o+y$; si troverà

$$c = o + \frac{r. \text{ sen. } (o+y)}{d} - \frac{r. \text{ sen. } y}{s},$$

e quindi $c - o = \frac{r. \text{ sen. } (o+y)}{d} - \frac{r. \text{ sen. } y}{s}$.

I seni corrispondenti agli archi di $o+y$, ed y decideranno de' segni del primo e secondo termine della riduzione. Così supponendo $o+y>180°$, il primo termine da positivo diverrebbe negativo: viceversa se $y>180°$, il secondo termine sarebbe positivo: ma in qualunque caso si deve aggiungere all' angolo osservato o la riduzione $c-o$.

CAPITOLO III.

MANIERA DI RIEMPIRE L'ABBOZZO DI UNA CARTA, O DI LEVARNE I DETTAGLI, E DESCRIZIONE DE'PRINCIPALI ISTRUMENTI IMPIEGATI A QUEST'OGGETTO.

22. L'Ingegnere incaricato della triangolazione di un paese, o dell'abbozzo di un piano, non deve trascurare di rilevare quanti più punti è possibile: fa d'uopo, che egli li scelga di modo che coloro i quali debbono figurare i dettagli possano facilmente stabilire le loro operazioni su delle basi conosciute e di poca lunghezza, formando tutte le riunioni necessarie in caso che la carta fosse composta di più fogli, e che la estenzione del terreno lo esigesse.

Fra tutti gli strumenti, che si possono adoprare per levare i dettagli di un piano, la *tavoletta pretoriana*, la *bussola a traguardo*, e la *squadra di agrimensore*, sono i soli che per ora fisseranno la nostra attenzione, di cui ne accenneremo l'uso; ma senza la pratica è impossibile di acquistare delle conoscenze esatte su questo suggetto.

Della Tavoletta pretoriana e suo uso.

23. L'istrumento più utile per figurare il terreno è la *Tavoletta pretoriana*, la di cui invenzione è dovuta a Giovanni Pretorio Alemanno, Professore di Matematica del sedicesimo secolo (1), percui ha acquistato questa denominazione. Da quel tempo fin ad ora questo strumento ha ottenuto non poche modifiche da esperti Ingegneri (2) onde renderlo più perfetto all'uso cui è destinato. Noi intanto ci limiteremo a darne qui una descrizione sulla costruzione delle più moderne.

La *Tavoletta pretoriana*, *o di campagna* è composta da una tavoletta quadrata AB (fig. 13) di pioppo, o meglio di abete, di cinque in sei decimetri di lato, incastrata in un telaro di noce, onde possa il suo perfetto piano superiore resistere maggiormente all'azione dell'umido o del sole, cui va soggetta allorqnando s'incolla il foglio di carta di disegno sul detto piano, oppure quante volte si

---

(1) Montucla — *Istoria delle Matematiche.*
(2) Cugnot — *Teoria di Fortificazione.* Tédenat — *Riassunto di lezioni applicate all'Agrimensura* ec.

fanno le osservazioni. Dalla sua parte inferiore vi è nel mezzo avvitata una colonnetta di ottone CD, la quale gira intorno ad un' asse perpendicolarmente saldata su del cerchio di ottone EF parallello alla tavoletta AB. Su questo cerchio vi è adattata una vite G che fa muovere lentamente intorno a se stessa la detta colonnetta e quindi la tavoletta mercè un altro piccolo cerchio di ottone annesso al piede della medesima colonnetta, il quale posa sul precedente ed è dentato nella sua circonferenza. Questo meccanismo serve a dare alla tavoletta un lento moto di rotazione allorquando è prossima a prendere la sua *orientalità*; e la indicata vite G chiamasi *vite di richiamo*. L' altra vite H, detta di *pressione* serve a fermare il descritto meccanismo, acciò nel corso dell' operazione la tavoletta non si smuova dalla sua stabilita posizione.

Il cerchio CD viene sostenuto da un ginocchio I contenente il *piattino* PQ, ed i tre rami IK, IL, IM, di circa dodici decimetri di lunghezza, che forma il *tripiede* dello strumento. Su questo piattino vi sono diametralmente opposte le quattro viti P, N, O, Q, le quali sono conficcate in quattro rispettive madre-viti praticate nel cerchio PO, dovendo queste viti servire a fare acquistare la posizione *orizzontale* al piano superiore della tavoletta.

24. Per dare alla tavoletta la posizione orizzontale, vi è di bisogno una *livella a bolla d' aria*, la quale è composta di un tubo di vetro del diametro in circa due centimetri e di lunghezza poco meno di due decimetri, in cui vi è racchiuso un fluido qualunque, o dello spirito di vino, lasciandovi una bolla d' aria al suo intero riempimento, qual tubo, oltre di essere custodito in un' altro di ottone, contenente una picciola apertura nel mezzo della superficie, è piazzato su di un parallelepipedo di legno, o di simil metallo, di base poco più della dimenzione suddetta. Il piano inferiore di detta base, che ponesi sulla tavoletta dev' essere sempre parallello all' asse del tubo di vetro, acciò la bolla d' aria situandosi per la sua leggerezza sulla superficie del fluido, possa trovarsi nel mezzo della lunghezza del tubo, ch'è quanto si desidera (Idrostatica), perchè la tavoletta sia livellata, ovvero sia in sito orizzontale. Per osservare se è ben rettificata una livella a bolla d' aria conviene porla su di un perfetto piano, presso a poco orizzontale, ed osservare di quanto la bolla d' aria si discosta dal mezzo del suo tubo, indi si rivolge in modo, che l' estremo a dritta di essa corrisponda sul sito di quella che era a sinistra, e vedere se la bolla d' aria conserva l' istessa di-

stanza di prima dal suo mezzo: in altro caso si corrigge un pò il piano inferiore ove essa poggia, in modo che la differenza dalla indicata distanza sia ridotta a metà, e l'altra si corrigge dall' abbassamento delle viti, che sono piazzate ne' suoi estremi, come vedesi dalla figura 14.

25. Per *orizzontare* la tavoletta, conviene porre su di essa la livella descritta in direzione di due opposte viti P,Q, e mentre una di esse s' innalza o si abbassa, secondo che la bolla d' aria è discosta più o meno verso l' opposto estremo dal mezzo della livella, l' altra vite si abbassa o s' innalza nel medesimo istante, onde con la massima brevità di tempo questa bolla vada a piazzarsi nel mezzo della livella. Indi rivolgesi la detta livella in direzione delle altre due opposte viti N,O, ed eseguesi ciò che si è praticato per la prima direzione. Di nuovo ponesi la livella nella precedente direzione, ed osservasi se la bolla d' aria conserva la sua giusta posizione; in caso contrario, si replica la medesima operazione di pocanzi, fintantocchè la detta bolla, tanto in questa posizione quanto nell' altra perpendicolarmente alla stessa, sia sempre nel mezzo della lunghezza dello strumento; e quindi sarà orizzontata la tavoletta. Ma per ottenere lo stesso scopo più semplicemente, può supplirsi con una pallina di marmo o di metallo, lasciandola cadere sulla tavoletta in modo ch' ella vi si trattenga.

26. Non può servirsi della Tavoletta senza il soccorso di una riga di ottone sormontata alle due estremità da due *pinnole*, o *traguardi*, che le sono perpendicolari, e de' quali il mezzo delle loro aperture forma con uno degli orli della riga una sola e medesima linea, che chiamasi di *collimazione*. Coll' ajuto di questa riga detta *alidada*, si determina sulla carta adattata alla Tavoletta la direzione de' raggi visuali, che si diriggono dal punto ove si sta agli oggetti circonvicini, mediante delle linee tirate col lapis rasenti quella di collimazione (*fig.* 15)

Siccome queste specie di alidade a traguardi non sono buone, che per le piccole distanze, così si è cercato ricorrere ad un' *alidada a cannocchiale*, detta anche *diottra*; o *linda*, adattando alla riga col mezzo di un sostegno, o colonnetta di ottone, un cannocchiale la di cui asse trovasi nel medesimo piano verticale con uno de' lembi della riga allorquando questa posa sulla tavoletta messa in sito orizzontale. Il cannocchiale ha di più la facoltà d' inclinarsi a volontà per guardare gli oggetti, che si trovano al di sopra, o al di sotto del piano orizzontale dell' osservatore, e di rappresentare colla linea di collimazione precisamente la

projezione ortogonale de' raggi visuali, purchè questi corrispondano in una medesima linea coll' asse del cannocchiale, che si può ottenere situando nel tubetto del cannocchiale tra la lente oggettiva e quella oculare un vetro diviso da due linee finissime l' una perpendicolare all' altra, che si nomina *reticolo*, acciò si possa per la loro intersezione far passare il raggio visuale, che coinciderà coll' asse del cannocchiale medesimo. In fine si ha, con un meccanismo a tiramento aggiunto al cannocchiale, il vantaggio di farlo convenire a tutte le viste, e quindi di scoprire gli oggetti situati a molta distanza dalla stazione (*fig.* 16)

27. Spesso si ha, che la projezione orizzontale dell'asse ottico non coincide con il lato della riga dell' alidada, ossia con la *linea di collimazione*, ciò non ostante questo difetto in niente nuoce alla misura degli angoli, che formano tra di loro le direzioni delle visuali, quante volte però l' asse del cannocchiale si muove in un piano verticale.

In effetti, sieno AB (*fig.* 17) il lato della riga, ed A'B' la projezione dell' asse ottico, sarà l' angolo ACA' l' errore di collimazione; ma essendo per ipotesi, questo angolo costante, qualunque altra direzione CD indicata dalla riga, farà con AC l' istesso angolo che le projezioni CA', AD' dell' asse ottico.

28. Onde accorgersi del difetto summenzionato, cioè se l' asse ottico è sempre in un piano verticale, bisogna situare l' alidada sulla tavoletta, posta orizzontalmente § 25, e ad una certa distanza da questa, un filo a piombo sospeso da un lungo palo: si traguarda detto filo per tutta la sua altezza, abbassando od alzando il cannocchiale. Se il centro del reticolo del cannocchiale non si apparte dalla direzione di detto filo a piombo, allora l' asse ottico trovasi sempre in un piano verticale, e quindi l' errore di collimazione ancorchè non possa corrigersi resta nullo, come quì si è fatto osservare; in altro caso bisogna per quanto più sia bossibile evitare di traguardare gli oggetti molto elevati o troppo bassi dal piano orizzontale della tavoletta.

29. Bisognando sulla carta annessa alla tavoletta segnare tutte le distanze, che sul terreno vengono misurate dai Catenieri, conservandole un medesimo rapporto, fa d' uopo servirsi della *scala*, la quale varia al pari di un tal rapporto: ma dovendo questo stabilirsi a seconda della estenzione del terreno da levarsi, e del fine a cui è destinata la carta; è indispensabile perciò consultare il quadro delle scale adottato dal Reale Officio Topografico pe' diversi lavori cui

si occupa, dal quale si potrà scegliere quella che si crederà più idonea. (*Tav. II.*)

Per altro è di bene dare qui un'idea, come costruire una scala di cui sia già stabilito il rapporto con una misura reale presa sul terreno, allorquando quelle del quadro non fossero all'uopo soddisfacenti.

Si dice una scala avere il rapporto col vero di 1 a 10,000, di 1 a 20,000, ovvero di essere la diecimillesima, la ventimillesima parte di quella presa sul terreno, quante volte ogni sua unità è la diecimillesima, o la ventimillesima parte della vera misura prescelta. Nel sistema metrico suole anche dirsi essere una scala di un centimetro per 100 metri, di cinque millimetri per 100 metri, ec. se la parte di questa seala che rappresenta cento metri, ha la lunghezza di un centimetro, di cinque millimetri, ec.

30. *Costruire una scala di metri ad un dodicimillesimo del vero.* Si tiri la retta AB di un decimetro, (*fig.* 18) e si divide in 12 parti uguali, ciascuna di queste sarà la centoventesima parte del metro. Quindi se dividesi la estrema parte AC in dieci parti uguali, corrisponderà ognuna di tali particelle alla milleduecentesima parte del vero; e dovendo ciascuna delle medesime essere divisa in altre 10 uguali parti, onde ottenere la dodicemillesima parte che si richiede, la quale rappresenterà il metro dovuto alla proposta scala; fa d' uopo, perchè riescisssero esatte queste suddivisioni, quasi impercettibili, elevare delle perpendicolari alla AB da tutt' i punti in essa già ottenuti dalla prima divisione, e riportare sulle due estreme AD, BE, dieci volte una medesima apertura di compasso non minore delle ultime eseguite divisioni. Di poi tiransi pe' corrispondenti punti delle AD, BE, altrettante rette, che risulteranno parallele alla AB. In fine dividesi DF come la AC, e da' punti di divisione, si tirino le trasversali D90, ec.; sarà questa la costruita scala.

La dimostrazione è chiara, poichè il triangolo AD90 racchiude 9 altri triangoli ad esso simili, le di cui basi essendo in ragion delle altezze, conterrà ognuna di esse tanti metri, quante porzioni sono comprese nelle loro rispettive altezze. Sicchè volendo prendere col compasso, per esempio 32 metri, non bisogna fare altro, che porre una punta di esso sulla intersezione della trasversale che parte dal 30 e della seconda parallela alla AB, e l'altra punta sul 2, punto d' intersezione di detta parallela e la CF.

31. Qualunque sia l' istrumento, che si adopra per levare i dettagli, due metodi in generale vi sono. Il primo

consiste nel delineare intorno allo spazio da figurare un poligono qualunque, di rilevare esattamente gli angoli, e di misurare i lati; in seguito di abbassare delle piccole perpendicolari da tutte le sinuosità del terreno su questi lati, come vedesi (*fig.* 19); supponendo, che lo spazio ABCDE fosse un bosco folto ed impenetrabile, s' inscriverebbe intieramente in un poligono, e le linee di operazione si segnerebbero facilmente. Al contrario, se questo spazio si suppone essere un' isola, o un campo racchiuso da boschi, da fiumi, o da paludi, le linee di operazione si traccerebbero nell' interno di esso, ed il detto poligono sarebbe inscritto dalla figura del terreno.

Il secondo metodo, il quale non s' impiega ordinariamente che quando una sola linea o base è accessibile, consiste nel rilevare tutti gli angoli che formano con questa base conosciuta i raggi visuali diretti dalle sue due estremità a tutt' i visibili punti, che sono, tanto alla sua dritta, quanto alla sua sinistra; però si concepisce, che importa di evitare gli angoli troppo acuti o troppo ottusi, perchè la posizione di un dato punto è molto più esatta quando la intersecazione delle due linee che lo fissano è meno obbliqua.

L' uso di questo metodo, suppone che il contorno del terreno sia composto da linee rette, giacchè se fossero curve o miste non si potrebbe determinare questo contorno, che con istabilire un picciol numero di punti, e disegnare a vista tutte le linee che li congiungono. (*fig.* 20)

Applicazione del primo metodo.

32. Proponesi di levare il terreno ABCDEF (*fig.* 21), e di orientarlo per rapporto alla base AH, che suppongbiamo essere un lato di un triangolo secondario, i di cui estremi A,H, sieno rappresentati sulla tavoletta rispettivamente da *a*, ed *h*.

Si piazzerà al punto A orizzontalmente la tavoletta § 25, di maniera che *a* gli corrisponda il più ch' è possibile: ciò si otterrà col mezzo di un compasso di *grossezza*, del quale le punte sono incurvate e bastantemente lunghe per arrivare quasi al centro della tavoletta; ed alla punta inferiore è sospeso un filo a piombo, che indica la direzione della verticale del punto *a*, quando la punta superiore lo ricopre: ma con un poco di esercizio, l' occhio supplisce all' uso di questo strumento.

Fatto ciò, si mette l' alidada sulla tavoletta; facendo

coincidere la linea di collimazione colla retta ah delineata sulla carta, col far girare la tavoletta sul suo perno, finchè l' asse del cannocchiale sia nella direzione della base AH: allora la tavoletta sarà *orientata*, e non dovrà più esser mossa fintanto che nella stessa stazione si osserva. In seguito si conficca verticalmente un ago al punto a, la di cui testa sia ingrossata con cera alacca, e per rilevare l' angolo BAH, si fa leggiermente girare l' alidada intorno di questo ago, finchè si scorge nel cannocchiale il bastone messo in B, o qualunque altro posto nell' allineamento AB. In fine delineando col lapis una linea lungo la riga dalla parte dell' ago, ch' è quella di collimazione, si ottiene sulla carta la linea ab, facendo con ah l' angolo bah=BAH; basta però che dopo questa seconda operazione la linea ah coincida con AH, ciò ch' è importante di verificare.

Prima di lasciare la stazione A, si farà misurare la distanza AB da' Catenieri, si prenderà sulla scala del piano il numero de' metri trovati, e si riporterà cotesta lunghezza sulla tavoletta da a in b. In oltre si farà misurare le parti della tracciata linea AB intercette, tra le piccole perpendicolari abbassate sulla medesima da' punti dell' adjacente curva, non che queste perpendicolari, i quali valori presi col compasso nella scala, si riporteranno consecutivamente sulla pianta, come si è praticato per AB. Se si è bene operato bisognerà che unite tutte le distanze parziali Ax, xy, ... sieno uguali ad AB.

Allorchè la curva $Ax'y'$ . . . . . . B serpeggia molto, è necessario più ch'è possibile ripetere le perpendicolari xx', yy', ... ed è comodo in questo caso di renderle equidistanti. Per abbassare tali perpendicolari bisogna servirsi della bussola, o meglio della squadra di Agrimensore (di che in seguito ne descriveremo l'uso); benchè quando sono molto corte si giudica facilmente della loro direzione col semplice occhio, ma quando i punti x', y' . . . sono in grande distanza della linea AB, si determinano col mezzo del secondo metodo, prendendo per base la stessa AB di già misurata.

Lasciando la stazione A, bisogna piantarvici un paliceiuolo, ed andare a situare la tavoletta orizzontalmente al punto B; avendo cura, dopo aver tolto dal punto B il bastone di far corrispondere questo punto con quello b della pianta. Si orienterà di nuovo lo strumento, o pure che vale lo stesso, si renderà la sua nuova posizione parallela alla prima; a qual' effetto si metterà come precedentemente la diottra con la sua linea di collimazione sulla retta ab: in

seguito si farà girare la tavoletta finchè l' asse ottico del cannocchiale passi pe 'l punto A. Indi per rilevare l' angolo ABC, si farà girare la diottra attorno l' ago piantato in b, e quando il raggio visuale passerà per l' altro bastone posto in e, si avrà sulla pianta la direzione bc corrispondente a BC, in conseguenza ABC sarà $=abc$.

È di somma importanza ad ogni stazione di verificare le sue operazioni prima di dissestare la tavoletta; si metterà la diottra sulla linea bh, e se non vi è stato sbaglio sulla misura AB, o sull' orientare lo strumento, bisognerà che l' asse ottico del cannocchiale incontri nel medesimo tempo il punto H del terreno. Nel caso che questo punto fosse invisibile dalla stazione B, si dirriggerebbero de' raggi visuali sopra degli altri punti cogniti e di già rappresentati sulla pianta.

Si continuerà nel medesimo modo per levare il resto del contorno della figura ABC . . . . . . ; e sarà questa un' ultima pruova dell' esattezza di tutta l' operazione, se dopo di avere orientata la tavoletta in F, il raggio visuale fa coincide esattamente coll' allineamento FA, e la sua lunghezza rapportata sulla scala corrisponde con quella del terreno.

33. Abbiamo predetto di misurare tutt' i lati di un poligono, ed è questo indispensabile per figurare bene il contorno Axx' . . . . . B; ma allorchè le linee rette AB, BC . . . . sono gli stessi limiti del terreno, e che si può senza inconveniente sacrificare qualche cosa della precisione geometrica, la misura di una base è sufficiente. In effetto, se dopo aver determinato da una parte la lunghezza della linea ab, e dall' altra l' angolo $abc =$ ABC, si trasporti in C con lo strumento, e si faccia corrispondere la linea bc della pianta colla linea BC del terreno, onde orientare la tavoletta; indi si ponga un ago in a, e si faccia muovere intorno ad esso la diottra, finchè il raggio visuale ferisca il segnale A, la linea di collimazione intersecherà la retta indefinita bc in un punto c, che rappresenterà sulla carta la stazione C.

Ora per determinare il punto d, fate prima convenire il punto c con quello che occupava il bastone posto in C, e vedete se la tavoletta è ben orientata; in seguito cercate coll' alidada la direzione dell' allineamento cd, guardando il segnale D; di poi trasportasi in D, ed orientato lo strumento, fate come sopra girare l' alidada intorno al punto a fino a che si scopra il bastone messo in A, la linea di

collimazione taglierà pure la cd in un punto d, che sarà il ritrovato; e così di seguito.

34. Abbiamo precedentemente supposto ch' era necessario il riunire i dettagli a de' punti dati anticipatamente col mezzo di una triangolazione, e riportati di già sulla carta; ma allorchè si ha solamente in vista di figurare isolatamente una picciola estenzione di terreno, il primo punto a può essere arbitrariamente preso sulla tavoletta, e se dopo si vuole orientare la pianta, si fa uso del *declinatore* nel modo seguente.

Ognuno sa, che l' ago calamitato posto in equilibrio su di un perno, costantemente diriggesi verso il polo Nord. I geometri han concepito l' idea di fare uso di questa proprietà per disporre qualunque strumento sempre parallelo a se medesimo, e conoscere l' angolo che fa una qualsiasi retta delineata sul terreno col meridiano magnetico. Questo ago è racchiuso in una scatola rettangolare, nel fondo della quale vi è un perno che lo sostiene, dalla cui base parte una linea parallela ad uno de' suoi due lati più lunghi, chiamata Nord-Sud, la quale divide per metà il detto fondo. Ordinariamente questa scatola è di 14 centimetri per 7 di base, e di altezza un centimetro, che se l' è dato il nome di *declinatore*, perchè serve ancora a misurare l' angolo della declinazione del meridiano vero col magnetico di uno stesso luogo; pe 'l quale oggetto vi si descrivono pure nel fondo della scatola suddetta due archi di cerchio di circa 60 gradi ognuno, prendendo per centro il piede del perno sostenente l' ago, e facendovi il zero della loro graduazione negli estremi della linea Nord-Sud; dimodocchè vi si contano 30 gradi a dritta, e 30 a sinistra da ciascuno di questi zeri (*fig.* 22).

35. Supponghiamo ora, che sia d' uopo marcare sopra una pianta la direzione della sua meridiana terrestre. Si orienterà in prima la tavoletta siccome è detto precedentemente; cioè a dire, che si farà corrispondere per esempio la linea ab della pianta coll' allineamento AB del terreno. In seguito si metterà sulla tavoletta resa fissa il declinatore colle due punte dell' ago calamitato su i due zeri della graduazione degli archi, o che vale lo stesso con l' ago nella medesima direzione della linea Nord-Sud. Ottenuta questa coincidenza, si tirerà col lapis sulla tavoletta una linea rasente uno de' due lati più lunghi della scatola, che sarà per conseguenza parallela al meridiano magnetico. Per avere in seguito il vero meridiano, non bisogna fare altro, che condurre una linea la quale s' inclini con la descritta per un' angolo uguale alla declinazione dell' ago (*Geog. Matem.*):

ma se solamente si ha di mira rendere tutte le posizioni della tavoletta parallele tra di loro in qualunque stazione, ossia di orientare la tavoletta in tutt'i punti che si fanno le operazioni riguardo alla sua meridiana, senza il soccorso di traguardare punti già determinati, si vede bene, che sarà d'uopo far girare orizzontalmente la tavoletta finchè l'ago del declinatore coincida colla linea Nord-Sud di esso, allorquando ponesi questo strumento con uno de'suoi due lati più lunghi sul meridiano magnetico, già tracciato sulla carta della tavoletta. A rigore un tale parallelismo non sarà mai perfetto, non solamente perchè la declinazione dell'ago calamitato sovente varia da un luogo ad un'altro, e qualche volta ancora nel medesimo luogo a differenti ore del giorno, ma perchè i meridiani magnetici sono delle linee che concorrono verso il polo, e perchè la prossimità delle materie ferruginose è pure una delle cause che fanno spesso deviare l'ago. Sicchè quantunque si accelera di molto la levata de' piani, orientando la tavoletta col declinatore, pur tuttavia è meglio orientarla col mezzo dell'allineamento, come di sopra abbiamo insegnato.

36. Ecco intanto uno de' semplicissimi metodi per determinare la declinazione di cui si tratta. Traccinsi su di una superficie orizzontale de' cerchi concentrici, nel di cui centro si piazza verticalmente uno stelo o gnomone terminato in punta, o meglio vi si adatta ad una certa altezza di questo stelo una piastrina di metallo contenente un piccolo buco, la di cui projezione corrisponda al suddetto centro. Si osserva una mezz'ora prima, e mezz'ora dopo mezzogiorno, l'incontro dell'ombra della detta punta, o il raggio luminoso che passa pel suddetto buco, con le periferie tracciate sul piano, e seguasi ne' divers' istanti il suo passaggio. Dividonsi in due parti eguali gli archi compresi tra questi segnati punti, e le linee che congiungono tali punti di divisione col centro comune de' descritti cerchi, saranno de' meridiani i quali si confonderanno in una medesima linea, laddove le osservazioni . o le operazioni grafiche sono state bene eseguite. (*fig.* 23)

Ciò posto, se si situa il lato più lungo del declinatore sulla già tracciata linea meridiana, l'ago in seguito di più oscillazioni farà con la linea Nord-Sud un' angolo, che sarà la misura della sua declinazione.

Questo processo, messo in pratica a delle epoche lontane da' solstizii non sarà rigorosamente esatto, sopra tutto al momento degli equinozii, poichè la declinazione del Sole varia sensibilmente nell' intervallo delle corrispondenti osser-

servazioni (*Geog. Matem.*). Nulladimeno la piccola correzione che bisogna fare a cotesta determinazione, può essere nel presente caso annullata quante volte si adoperi un piccolo gnomone.

Applicazione del secondo Metodo.

37. Sarebbe superfluo di entrare in molti sviluppi relativamente alla maniera di fissare i punti di una pianta per intersezioni, poichè ben si conosce, che il più semplice metodo è quello della triangolazione, ossia di costruire de'triangoli simili a quelli, che si concepiscono tracciati sul terreno su delle basi conoscinte; di modo che la sola determinazione di due angoli alla base di ogni triangolo stabilisce la posizione de' suoi lati, e quindi quella del vertice dal loro incontro. Intanto per chiarire questa verità è di bene darne qui un' esempio.

Sia la tavoletta stabilita in A, (*fig.* 24) e di già posta orizzontalmente; si determini sulla carta che copre lo strumento, il punto *a* corrispondente a quello del terreno A, che rappresenterà la prima stazione. Da questo punto *a* si tiri coll' alidada il raggio visuale *ae* sull' allineamento AE, per avere la direzione della base: allora dal medesimo punto *a*, si diriggano successivamente ai differenti oggetti B,C,D,F . . . . i raggi *ab*,*ac*,*ad* . . . . per determinare le loro rispettive inclinazioni con la fissata base *ae*, corrispondenti a quelle concepite sul terreno. Fatta questa operazione, si misuri la base AE, che per ottenersi con la più possibile esattezza, si ripete per due o tre volte una tale operazione sul medesimo terreno, e fattane addizione, se ne prende da questo risultato la metà, o terza parte, quale sarà il valore meno difettoso, che si richiede. Questa misura presa sulla scala del piano, si trasporti sulla indefinita *ae* per determinare la base *ae* della detta triangolazione. In seguito si trasporti la tavoletta in E, e dispongasi in maniera, che le basi *ae*, AE corrispondano nel medesimo piano verticale, ed il punto *e*, su di E. In fine da questa seconda stazione E, si tirino dal punto *e* gli altri raggi *eb*,*ec*,*ed*.... agli stessi oggetti B,C,D, ... i quali tagliando i primi tirati dall' altra stazione A, si verrà ad ottenere la posizione de' punti *b*,*c*,*d*,*f* . . . . che uniti dalle rette *bc*, *cd*,*df*, *fh* . . . . la figura *bcdf* . . . . sarà simile a quella del terreno, essendo divisa in egual numero di triangoli simili.

Con questo mezzo facilissimo potrebbe stabilirsi l' abbozzo d' un piano, e figurare ancora tutt' i dettagli indipen-

dentemente dal reticolato trigonometrico ; ma vi sarebbero molt' inconvenienti accordando alla tavoletta troppo fiducia, l' esattezza della quale ne' casi delle grandi triangolazioni non può uguagliare quella degli strumenti graduati, che s' impiegano per la determinazione geometrica dei punti fondamentali di una carta.

38. Uno degl' importanti problemi, che si presenta frequentemente nel levare i dettagli, è di determinare su di un piano la posizione di un punto scelto sul terreno, da cui si scuoprono degli oggetti inaccessibili, la posizione de'quali sia già stabilita sulla carta.

Due casi possono darsi per la fissazione di un tal punto, o che si vedono più di due oggetti nelle adjacenze di questo punto, o due solamente.

Caso I. Supponghiamo, che i tre punti A,B,C, (*fig.* 25) appartenenti a tre oggetti del terreno sieno visibili, e rappresentati sulla carta annessa alla tavoletta da *a*,*b*,*c*, (n.° 1.) si domanda fissare la posizione del punto D.

Senz' aver riguardo a' tre punti *a*,*b*,*c*, stabiliti sulla tavoletta, si affiggerà sulla medesima una carta verniciata e molto trasparente, e preso ad arbitrio su questa un punto *d* corrispondente a quello del terreno D, si farà girare intorno all' ago l' alidada per piazzarla successivamente nella direzione de' tre punti A,B,C ; le rette indefinite *da*, *db*, *dc*, delineate sulla carta trasparente formeranno tra di esse i medesimi angoli che le rette DA,DB,DC.

Ciò fatto, si staccherà questa carta, e si disporrà sulla pianta in modo che non faccia alcuna piega, e che le tre rette *da*, *db*, *dc* passino respettivamente pe' tre dati punti *a*, *b*, *c*. Allorchè questa circostanza si verifica, il punto *d* calcato sulla pianta con una punta, prenderà la stessa posizione riguardo agli altri *a*, *b*, *c*, che il punto D del terreno si trova avere rispetto ad A, B, C.

Se non si ha una tal carta, allora sopra *ab* e *bc*, come corde, si descrivono due archi di cerchio capaci respettivamente degli angoli osservati ADB e BDC, i quali si segheranno in un punto *d* (n.° 2), che sarà il sito del punto addimandato.

Nel caso però che i quattro punti *a*, *b*, *c*, *d* appartenessero ad una medesima circonferenza, questa determinazione non potrebbe aver più luogo coll' ajuto de' soli punti A, B, C, giacchè i due succennati archi si confonderebbero ; bisognerebbe perciò, onde riparare a questo inconveniente, combinare due de' punti A, B, C, con un qualche altro già noto. Ed è anche da preferirsi a tal riguardo lo strumento

a tre rami, che alcuni ingegneri servonsi per la risoluzione dell' attuale problema, del quale strumento è di bene darne quì un' idea.

Tre righe mobili ad un centro comune lo compongono; le medesime si muovono a guisa di un compasso di proporzione: ognuno de'loro lati, che sono destinati a servire di *linea di fede*, devono concorrere al centro comune in cui vi è un picciolo foro suscettibile di dare passaggio ad un finissimo ago, ed accosto al medesimo vi è sormontato un traguardo, o pinnola verticale, che si muove circolarmente su di esso in forma di perno. Le tre righe dello strumento sono similmente sormontate nella loro estremità di traguardi, ma fissi. Il movimento del perno facendo da cardine serve a farlo concordare successivamente con ciascuno de' traguardi, che si trovano al medesimo opposti, secondo le differenti posizioni delle righe, di modo che le fenditure di essi col cardine fanno una sola e medesima linea con quella di fede. In fine è da bramarsi, che le tre righe abbiano la superficie inferiore in un medesimo piano, acciò lo strumento possa applicarsi esattamente sulla tavoletta. L'uso di questo è da concepirsi facilmente da chiunque per quanto si è detto di sopra, il quale dà i più esatti risultati, e fa risparmiare molto tempo in operarlo. Il medesimo s' impiega con molto vantaggio per fissare i scandagli sul piano di una carta idrografica, mediante tre punti già determinati sull' adiacente costa; unendosi a tal uopo un semicerchio graduato col semidiametro fissato alla prima delle righe e col centro al cardine di esso, di maniera che possa misurare l' aperture degli angoli, che formano le tre righe, allorquando sono dirette ai tre prescelti punti onde con più certezza fissare la posizione di ogni scandaglio. La figura 26 ne da una chiara idea.

Caso 2.° Supponiamo presentemente, che dal punto di stazione D (*fig.* 25) non si osservano, che i due punti A, B, dati sul piano che si leva, si domanda di determinare la posizione del punto D.

A qual' oggetto, si orienterà la tavoletta col mezzo del declinatore, ciò che non presenterà alcuna difficoltà, conoscendo già la direzione del meridiano magnetico sulla carta. Dopo questa operazione, si mirerà successivamente i punti A,B, facendo passare l' alidada per i punti corrispondenti *a*,*b*, della pianta, ed il punto *d*, d' intersezione di queste due ottenute visuali, sarà il ritrovato, purchè la declinazione dell' ago calamitato sia costante; ma questa soluzione quantunque semplicissima, è raramente adoprata, attesa la variabilità dell' ago magnetico. Ed ecco perchè gli ingegneri

impiegano il meno possibile il declinatore per determinare la posizione de' primitivi punti di una contrada.

39. Con l'applicazione del secondo metodo, prescritto nell' articolo 37, si comprende facilmente come può determinarsi una distanza inaccessibile. A qual' uopo può esaminarsi la stessa figura 24, supponendo, per esempio, di voler determinare la distanza ch' esiste tra F e G: non bisogna fare altro, che rapportare col compasso sulla scala, di cui si è fatto uso per istabilire la base *ae*, la distanza de' punti *f*,*g*, ottenuti per intersezione.

Della Bussola a traguardo.

40. La *Bussola a traguardo*, o *di campagna* è uno strumento, che non ostante la sua imperfezione, presenta all' Ingegnere più vantaggi di ogni altro per levare con sollecitudine tutti gli oggetti destinati a riempire le piccole masse non figurate con la tavoletta, o per fare delle riconoscenze militari.

Questo istrumento è composto di una piccola scatola quadrata, nel di cui mezzo vi è un perno su del quale vi posa orizzontalmente un'ago calamitato, che gira su detto perno colle sue estremità quasi toccanti la periferia di un cerchio graduato di metallo, fissato in detta scatola, onde indicare l' angolo ch' esso fa colla linea Nord-Sud della scatola, allorquando sono terminate le sue oscillazioni. Questa linea Nord-Sud, o diametro del cerchio, è parallela ad uno de'lati della scatola, al quale è adattata una piccola alidada a mira, o a lente, che dicesi *traguardo*, e che può prendere tutte le possibili inclinazioni in un medesimo piano verticale parallelo a quello che supponesi passare per la suddetta linea Nord-Sud, dalla quale incomincia la graduazione del cerchio. Cotesto strumento è anche movibile su di un ginocchio riunito ad un piede a tre gambe, il quale può distaccarsi dalla scatola per far servire la bussola al medesimo uso del declinatore. (*vedi fig.* 27)

Allorchè si osserva con questo strumento bisogna dargli la posizione orizzontale onde l' ago sia sempre libero per mettersi in equilibrio, e condurre alla sua dritta, od alla sua sinistra, il traguardo, quante volte non si vuole equivocare nel numerare i gradi e loro parti, sia dal Nord, o dal Sud.

Se per difetto di costruzione il sostegno dell' ago calamitato non è perfettamente al centro del cerchio graduato, vale a dire, che la bussola non è ben centrata, bisogna corriggere gli angoli che si computano dalla punta Nord, o Sud

dell' ago, facendo due osservazioni al medesimo oggetto, la prima menando l' alidada a sinistra, e la seconda rimenandola a destra. In tal modo la semisomma degli archi ottenuti tra l' istessa punta dell' ago e di uno de' due zeri della graduazione del cerchio, darà la misura più vera dell' angolo osservato.

I differenti metodi di operare la bussola corrispondono a quelli che abbiamo esposti per la tavoletta, e noi l' applicheremo a risolvere i seguenti problemi per maggiore schiarimento.

41. (*fig.* 28) *Levare il piano del poligono ABCDEFG, di cui tutt' i punti sono accessibili.*

Si piazzerà orizzontalmente la bussola al punto A, e si farà girare intorno a se stessa finchè il punto B sia in direzione del raggio visuale che passa pel suo traguardo. L' ago dopo il suo movimento oscillatorio prenderà la direzione del Nord; così contando il numero de' gradi e parti di essi compresi dalla visuale AB, o che vale lo stesso dal zero Nord della graduazione del cerchio fino alla punta boreale di detto ago, si avrà la misura dell' angolo osservato.

Quando non si rapportano subito le misure prese sul terreno, si forma un porta foglio, o registro, sopra del quale si segnano le operazioni della Bussola, oppure si fa un' abbozzo, siccome osservasi dalla simile figura più piccola della già indicata, supponendo che la linea *ab* figuri sul portafoglio l' allineamento AB, sulla quale si scriverà il numero de' metri trovati nella misura AB, ed affianco della medesima il numero de' gradi contenuti nell' arco formato dalla linea Nord-Sud della bussola e dalla direzione presa dall' ago magnetico in ciascuna osservazione, con fare attenzione nel notare tali gradi alla dritta, od alla sinistra della linea *ab*. Similmente si piazzerà lo strumento in B, e si osserverà l' inclinazione della BC con l' ago magnetico; e così di seguito, sempre però notando sul registro le due suindicate misure, finchè si ritorna alla prima stazione A.

Terminata che sarà in campagna l' operazione potrà a tavolino costruirsi il proposto poligono, mercè una scala per rapportare le misure ottenute de' lati di esso, e mediante un *rapportatore*, ovvero un semicerchio graduato di ottone, o meglio di talco, per determinare la giusta inclinazione de' medesimi lati, situando sulla carta, in dove si vuole delineare l' ottenuto poligono, questo rapportatore, e facendo corrispondere il suo centro nel vertice di ogni angolo da fissarne la misura, ed il suo diametro sempre parallelo alla linea meridiana magnetica, che precedentemente si stabilisce su

della carta. Se non si è errato, la figura in tal modo costruita dovrà chiudersi bene, e l'ultimo lato avrà lo stesso numero di metri, che quello del terreno; pel quale oggetto è di bene, in fine dell' operazione che si fa sul terreno, sempre misurare quest' ultimo lato, onde essergli di riscontro.

42. Uno de' mezzi per assicurarsi che non si è incorso in errore nella misura degli angoli, è di vedere se gli angoli interni del poligono formano tanti retti, quanto è il doppio numero de' lati meno quattro (*Geom.*)

Ma come conoscere ognuno di questi angoli, giacchè non sono stati immediatamente osservati? La risposta a ciò è facile. Le direzioni dell' ago calamitato essendo considerate parallele per tutt' i punti della pianta, l' angolo ABC, per esempio, sarà $=n'BA+n'BC$, $=$ supplem. $nAB+n'BC$; e $BCD=180°-(BCs''+DCn'')$; e così di seguito.

Col suddetto metodo si ottiene con successo facilissimo l' andamento di un fiume, la sinuosità de' viali, ed in particolare di quelli de' così detti laberinti, il contorno delle picciole proprietà; in una parola tutti i minimi dettagli, i quali non potrebbero essere rilevati, che con molta lentezza e fastidio colla tavoletta, la quale incomoda molto in certi angusti siti, ed in particolare ne' tortuosi ed alpestri sentieri. Ma a misura che si rileva un piano col mezzo della bussola, bisogna subito riportare sulla tavoletta i dettagli che si sono ottenuti, per esser nel caso di fare le necessarie verificazioni, e di meglio esprimere la forma del terreno, che si ha ancora sotto gli occhi, e del quale si conserva perfettamente la memoria. Si farà anche bene di fissare ogni sera l' andamento del disegno con l' inchiostro della china, affinchè il lavoro dell' indomani non cassi quello dei giorni precedenti.

43. Siccome tutt' i meridiani magnetici in un picciolo spazio possono riguardarsi come parallelli, così ne segue, che non è assolutamente necessario di fare delle stazioni nel vertice di ogni angolo del suo poligono. Per esempio, può dispensarsi di osservare in B, perchè conoscendo l' inclinazione di CB sul meridiano $n''\ s''$, si avrà quella di questo medesimo lato per rapporto al meridiano in B. Di fatti, gli angoli alterni $n'BC$, e BCs'' del lato CB, come segante delle parallelle $n'\ s'$, $n''\ s''$, sono tra loro eguali, così il numero de' gradi trovati al punto C dell' angolo BCs'' sarebbe lo stesso che quello di n' BC osservato nel sito B: in questa guisa quando nella costruzione della figura si vuole al punto b determinare la posizione *bc* col mezzo dell' osservazione fatta al punto *c*, bisogna situare il rapportatore sulla $n's'$ facen-

do l'angolo $n'BC = BCs''$: in qual modo si diminuisce molto sul terreno il numero delle stazioni.

44. Dalla enunciata proprietà risulta ancora, che si può condurre da un punto qualunque B (*fig.* 29) una parallela alla linea AC. Pel quale oggetto si osserverà in A l'inclinazione della linea AC colla meridiana *ns*, e si metterà in seguito la bussola al punto B nella stessa posizione che al punto A. Allora il traguardo di detta bussola vi dirigerà la visuale BD, che sarà parallela ad AC. Si vede pure come bisognerebbe fare per elevare, ed abbassare una perpendicolare ad una data linea retta da un punto su di essa, od altrove, di che non ne daremo alcuna spiegazione di questa specie di problemi, essendo concepibili da chiunque, e per non esser questo il momento da occuparcene.

45. Si è veduto come con la bussola si è eseguito il primo metodo praticato con la tavoletta, facciamo ora conoscere come si può applicare questo strumento al secondo metodo.

Si piazza la bussola nel punto A scelto sopra luogo per estremo della base (*fig.* 30), quale si traccia sul terreno per mezzo del traguardo diretto all'altro estremo E, anche scelto sul terreno. Si osserva l'angolo che questa base AE fa col meridiano magnetico stando ancora la bussola in A, e si nota questo valore sulla carta, non che quello della base, che si fa misurare colla catena. Indi si traguardano successivamente i punti B, C, D, . . girando orizzontalmente la bussola, ed osservando in essa le rispettive inclinazioni dell'ago calamitato colla linea Nord-Sud, quali valori si notano similmente nel portafoglio. In fine trasportasi lo strumento in E, e si rimirano gli stessi punti B, C, D . . . notando gli angoli che fanno i raggi visuali ad essi diretti, mercè il traguardo dello strumento col meridiano magnetico; il tutto come osservasi nella indicata figura.

Se un' oggetto G da prendersi per intersezione fosse quasi nella direzione della base AE, allora si forma l'altra base EL, e si farà l'altra stazione in L, misurando le EL e l'angolo che questa fa col meridiano $n' s'$, non che l'inclinazione delle due visuali EG, LG, co' rispettivi meridiani $n' s'$, $n'' s''$.

46 *Dati due punti A, B,* (*fig.* 31) *del terreno sulla carta in* a, *e* b: *e di più la direzione dell'ago calamitato relativamente alla retta* ab; *determinare sulla stessa carta la stazione M da cui si osservano detti punti A e B.*

Si misurino in M le inclinazioni delle visuali MA, MB

per rapporto al meridiano magnetico, e si traccino sulla carta le linee meridiane *ns*, *n's'* : ciò fatto, per fissare l'inclinazione *am* rapporto ad *ns*, si formi col rapportatore l'angolo *sam* uguale ad AM*n''*, già determinato. In simil modo, si faccia riguardo ad *n's'*, sarà *m*, punto della loro intersecazione, il sito della chiesta stazione.

Se si conoscessero più punti per verificare l'operazione, converrebbe condurre altri raggi visuali, e determinarne sulla carta similmente la direzione; i quali passerebbero anche pel punto *m*, purchè in una di queste operazioni non vi sia stato errore.

Della Squadra di Agrimensore.

47. Non vi sono che gli agrimensori i quali sogliono fare uso di questo strumento per levare delle piante di poca estensione, percui chiamasi *Squadra di agrimensore* od anche *Squadro agrimensorio*, per la nuova forma in cui oggi vien costruito. Un tale istrumento è composto da un cerchio di ottone di circa dieci centimetri di raggio, diviso in quattro parti uguali, da due diametri di simil metallo situati in esso ad angolo retto, alla estremità de' quali s'innalzano perpendicolarmente al lembo quattro pinnole, o traguardi, onde avere in tal modo due alidade, le quali sono sempre tra loro ad angolo retto. Il medesimo si aggiusta del pari che la bussola a traguardo su di un piede a tre gambe.

Una costruzione più moderna, e difficilissima a guastarsi, perchè le due alidade conservano sempre la scambievole perpendicolarità è la presente. Un cilindro di ottone vuoto al di dentro di circa sette centimetri di diametro, e di altezza quasi un decimetro, nella cui superficie vi sono quattro strettissime fessure lungitudinali, le quali la dividono in quattro eguali parti; di modo che traguardando per una di queste fessure il raggio visuale passerà immantinente per l'altra alla stessa opposta, e per conseguenza si vengono ad ottenere le suddette alidade senza il soccorso di altri pezzi da doversi aggiungere. Un piede consimile agli altri strumenti lo sostiene, avendo però una punta nella sua estremità superiore, che s'introduce in un tubetto annesso alla base inferiore del suddetto squadro. (*fig.* 32)

48. Si assicura l'esattezza di questo strumento mirando un'oggetto lontano per una delle alidade, e per l'altra senza muoverlo, guardando un'altro oggetto, o un segnale, che in corrispondenza si farà piazzare ad una certa distanza sul terreno. Indi si fa girare la squadra perpendico-

larmente sul suo piede reso stabile, finchè si vede il primo oggetto per la seconda alidada, ed in seguito si riguarda per la prima alidada il secondo oggetto, o segnale suddetto, il quale si dovrà scovrire se le quattro pinnole, o fessure, sono state ben disposte dal macchinista; bene inteso, che quante volte si situa sul terreno lo strumento, bisogna che la punta superiore del suo piede stia sempre in posizione verticale per tutt' i versi, cosa che si ottiene con un filo a piombo, acciò l' allineamento di ogni visuale non riescisse di falsa direzione, particolarmente ne' siti montuosi.

49. Quando si leva un campo con la squadra, si conduce nell' interno, e nel senso della sua lunghezza una retta, che chiamasi *base*, o *direttrice*. Si abbassano da tutti gli angoli del perimetro delle perpendicolari su questa base, e si misurano colla catena queste medesime perpendicolari, come anche tutt' i segmenti che formansi sulla base; quali misure si notano su di uno abbozzo figurativo, siccome lo presenta la fig. 33. Risulta da ciò, che il terreno si trova decomposto in triangoli, trapezii, o rettangoli, e che può facilmente delinearsi, determinandone con facilissime calcolazioni la loro estenzione superficiale, senza aver bisogno di disegnare con le debite proporzioni il perimetro, come si deve fare per gli altri strumenti. Ed ecco perchè gli Agrimensori adoprano specialmente questo semplicissimo strumento, essendo per lo più il loro incarico la valutazione delle proprietà rustiche.

50. Se si trattasse di misurare un terreno, l' interno del quale fosse inaccessibile, ma che il suo circuito fosse libero, vi si circonscriverebbe un rettangolo (*fig.* 34), oppure un' altra figura riducibile a rettangolo (*fig.* 35). Si abbasserebbero nel modo istesso da tutti gli angoli della figura delle perpendicolari sù i lati della circoscritta figura presi per base, onde pervenire alla precedente decomposizione.

51. Il modo (*fig.* 33) di condurre delle linee rette sul terreno, e particolarmente di tracciare una base, è di piantare sul terreno medesimo per una prefissa direzione de' bastoncini con pezzetti di carta conficcati nella loro estremità superiore, facendo da mire, i quali si dispongono in una stessa direzione subito che se ne sono fissati due, poicchè si può porre qualunque altro bastoncino in seguito de' due precedenti, guardando ad occhio il loro allineamento, e ciò chiamasi *incartellare una direttrice*, o qualuque altra *linea*. Il modo poi di ottenere colla squadra l' incontro delle perpendicolari tirate alla direttrice è il seguente.

Supponiamo per esempio, che si voglia determinare il punto B dove caderebbe la perpendicolare abbassata dal vertice dell' angolo B sulla direttrice AX. Si piazzerà il centro dello strumento presso a poco in *b*, ove diriggendo un' alidada nello allineamento della incartellata AX, l' altra alidada possa scovrire il punto B, che si dice da' suddetti, dare un *colpo di squadra*. Se ciò non si avveri, si trasporta la squadra verso A, o X, senza mai deviare dalla direzione della direttrice la prima alidada fino a che si miri per l' altra alidada il proposto punto B; si otterrà con questo mezzo il piede di tale perpendicolare, mercè il filo a piombo, che si fa partire dal centro dello strumento.

Coll' ajuto della squadra si possono risolvere un gran numero di problemi sul terreno, di che ci dispensiamo darne delle soluzioni, perchè si trovano estesamente trattati in varie geometrie pratiche (1). Riporteremo solamente due problemi frequentemente adoprati dagli Agrimensori.

52. *Determinare la retta AB, la quale ha solamente accessibile l' estremo B.* (*fig.* 36).

Al punto B si piazzi lo squadro agrimensorio diriggendo per un' alidada un raggio visuale al punto A, e per l' altra la direzione della perpendicolare alla BA, che si traccia sul terreno, come BC; di poi si prolunghi AB, verso D, e s' incartelli. In seguito si trasporti lo squadro in qualunque punto della BC, e sia C, da qual sito si traguardi di nuovo il punto A, e si conduca per la seconda alidada la CD fino ad incontrare la BD; indi si misurino colla catena le BC, BD, e si faccia la seguente proporzione (per la proprietà del triangolo rettangolo ABC) BD: BC:: BC: BA, e quindi si determini il valore di BA.

53. *Determinare la retta AB inaccessibile* (*fig.* 37).

Sul terreno adiacente, ed al punto C, si da un colpo di squadra, di maniera che con un' alidada si scopra il punto A, e con l' altra s' incartelli la base CD: si valuti la CA, come si è fatto nel precedente problema. Indi si scelga sulla stessa base CD l' altro punto E, che possa darsi al punto B un' altro colpo di squadra, e si determina similmente la perpendicolare EB. In fine si tagli sulla EB la porzione EF, differenza della medesima DB sulla CA, e si faccia misurare la retta CF sul terreno, che sarà eguale alla inaccessibile AB.

---

(1) Servois — *Soluzioni di diversi problemi di Geometria pratica poco conosciuti.*

Carnot — *Geometria di posizione e teoria delle trasversali.*

Le Clerc — *Geometria pratica.*

Se il terreno non permette di poter tracciare la retta CD, allora può praticarsi nel modo segnente.

Da un punto qualunque C (*fig.* 38) scelto sul terreno da poter osservare con la squadra i due puuti A,B, estremi della data retta AB, si determinino le distanze CA,CB, come lo mostra la figura medesima; e si taglino sul terreno le porzioni CD,CE, rispettivamente proporzionali alle ottenute CA,CB. Indi si misuri DE, e si faccia la seguente proporzione CD : DE :: CA : AB; e quindi sarà determinata la distanza AB.

L'importante problema risoluto in fine de' due suddescritti strumenti può anche applicarsi allo squadro agrimensorio, come segue

54. *Dati i due punti A, B, sul terreno, fissare da un sito ad essi inaccessibile la posizione di un' altro punto, e sia C.* (*fig.* 39).

Sieno i due punti del terreno A e B stabiliti sulla carta in *a* e *b*, e C quello da determinarsi sulla medesima. Si situi al punto C lo squadro, e si determini la retta CA, siccome si è di sopra praticato. In simil modo si fa per determinare la CB. Conosciuti i valori delle AC,CB, e quello della congiungente AB, si potrà costruire sull' altra *ab* il triangolo *acb* simile ad ACB, supposto tracciato sul terreno, e si otterrà sulla carta la posizione del dato punto C.

CAPITOLO IV.

QUESTIONI DIVERSE ONDE SUPERARE GLI OSTACOLI CHE S' INCONTRANO SUL TERRENO.

55. Fin dal principio di quest' opera ci siamo occupati a risolvere varj problemi, che di proposito ci sono sembrati utili ne' diversi metodi da noi adottati per la levata de' piani, adattandoli ora ad un istrumento, ora ad un' altro; ma non abbiamo giammai tenuto presente quelli ostacoli che continuamente s' incontrano sul terreno per le circostanze locali, o per le combinazioni militari. Volendo dunque occuparci su tale oggetto, ci proponghiamo risolvere i seguenti problemi, che su ciò stimiamo essere i più interessanti, potendosi da questi ritrarne degli altri, e che nella pratica facilmente si presentano, supponendo pure che l' ingegnere non sempre sia provveduto di tutti gli strumenti da noi trattati.

56. *Determinare con la catena la larghezza di un fiume.*

Sia AB la larghezza proposta (*fig.* 40). Ponesi nel sito A un palicciuolo in posizione verticale, ed un' altro in C similmente, dimodocchè guardando il punto B della opposta sponda essi si trovino in una medesima direzione visuale. Indi si distende sul terreno la catena da A in C, e poi da C in un' altro punto D, di maniera che, solcando con un bastone rasente la detta catena, viensi ad ottenere l' angolo acuto ACD, cioè non mai minore di 60°. Con i centri C,D, e con equali raggi, si traccino con la catena suddetta sul terreno, gli archi H,F, onde distesa tangenzialmente a questi la catena possa fare ottenere la retta HF parallela alla CD. In fine al punto D si piazzi un palliciuolo verticale, e lungo questo si guardi il punto B, nel quale istante si fa porre verticalmente un' altro palicciuolo in G, che sia nella tracciata retta HF e nella visuale DB.

Ciò posto misurate le AE, EG, e CD, e fatta la sequente proporzione di CD—EG : EG : : CE : EB, si avrà il valore di EB, da cui dedottone EA, si otterrà la richiesta larghezza AB.

Questa soluzione sarebbe anche adattabile alla squadra di Agrimensore, facendo l' angolo ACD retto; e quindi l'altro AEG. Ma per questo problema può benissimo praticarsi ciò che si è detto nel paragrafo 52.

57. *Valutare una distanza inaccessibile impiegando la sola catena.*

Sia da A a B, la distanza da calcolarsi. (*fig.* 41) Sul terreno adjacente si scelga un punto C da cui si scoprono i punti A e B, e si determinano le distanze CA,CB, come si è insegnato nel precedente problema.

In seguito si traccino sul terreno le linee CD,CE, mediante un bastone rasente la catena, che si distende nelle direzioni di tre palicciuoli verticali piazzati nella direzione delle visuali dirette dal sito C ai punti A e B, e si segnino su di esse i punti F,G, di maniera che le porzioni CF e CG sieno rispettivamente proporzionali alle calcolate CA e CB. Finalmente si misuri con la catena la distanza FG, e si determini AB, facendo CF : FG : : CA : AB.

58. *Da un punto dato sul terreno condurre una parallela ad una retta inaccessibile, od anche una perpendicolare, con adoprare la sola catena.*

Sia A il dato punto (*fig.* 42), e BC la retta inaccessibile, che potrebbe essere qualche lato di opera di fortificazione, od altro. Si valutino come di sopra, le distanze AB,AC, e se ne prendano le rispettive parti proporzionali AD,AF. Per li punti D ed F si distende sul terreno la catena onde avere la solcata retta DG parallela alla Inaccessibile BC. Indi si ponga un estremo della catena in A, e con una lunghezza tale che, descritto l'arco HIL, la DFG le sia tangente. Si descriva con tal raggio e con qualunque punto della DFG, e sia G, la porzione di cerchio MNO, di modo che distendendo sul terreno la catena pel punto A questa la tocchi in un punto N, che messovi un pallicciuolo verticale, ed un altro in A, si possa per la direzione di questi due punti protrarre quanto si vuole la retta NAP, che sarà sempre parallela alla data BC.

Se da' punti P ed N, che supponghiamo essere dal punto A equidistanti, si descrivono sul terreno con eguali porzioni di catena le circonferenze QRS, TRV, il punto R di loro intersezione sarà quello, che postovi un pallicciuolo guiderà con altro messo in A, la direzione della richiesta perpendicolare AE alla BC.

59. *Determinare una lunghezza inaccessibile con qualunque istromento graduato.*

Si piazzi lo strumento al punto C, (*fig.* 43) scelto sul terreno tale da poter osservare gli estremi A, B, della data retta, e si determinino gli angoli ACD,BCD, formati dalle visuali CA,CB, dirette a' detti punti A,B, con l'altra visuale diretta al punto D, anche prescelto sull' adjacente terreno con le simili condizioni chieste pel punto C. Indi si piazzi

lo strumento in D, e si determinano tanto gli angoli BDC, ADC, che la tracciata base CD.

Ciò posto, pel triangolo ACD, si determini AC, facendo sen. DAC : sen.ADC : : CD : CA, e per l' altro BCD, la CB, con fare sen.CBD : sen.BDC : : CD : CB. Sicchè essendo nel triangolo ACB, l' angolo ACB=ACD—BCD, ed i lati AC, CB anche noti, si può calcolare AB mercè la formola seguente

$$\sqrt{a^2+b^2-2ab\cos.c}=AB\ ,$$

facendo AC=a, e BC=b.

60. *Condurre una parallela, o una perpendicolare ad una retta inaccessibile con qualsiasi strumento graduato.*

Si determino siccome si è fatto di sopra le rette AC.CB, e l' angolo ACB (*fig.* 44) pel triangolo ACB; ed indicando per a e b i lati AC e CB, e per B, ed A, gli angoli a questi opposti, si ha

$$b+a:b-a::\text{tang.}\frac{A+B}{2}:\text{tang.}\frac{A-B}{2};$$

e quindi

$$\frac{A+B}{2}+\frac{A-B}{2}=A\ ,$$

ossia angolo BAC. Dunque se con lo strumento posto in C si formi con la visuale diretta ad A, l' angolo ACE eguale al supplemento del determinato CAB, si avrà per mezzo dell' altra visuale CE, la direzione della parallela alla data AB; e quindi la direzione della CF, perpendicolare alla già ritrovata posizione di CE, ovvero alla data AB.

61. *Valutare l' altezza di una torre mediante qualche astro luminoso, o con altri mezzi.*

Sia AB l' altezza proposta, (*fig.* 45) e sia il sole S, o la luna, od altro, che con i suoi raggi luminosi vi produca l' ombra AC sul terreno, che supponghiamo per quanto più sia possibile orizzontale. Si pianti verticalmente su detto terreno un paliccíuolo DE, e si misuri la sua ombra EF, non che l' altra AC, o CG, potendo facilmente determinare GA con fare la pianta della torre, o con altri mezzi, che la Geometria elementare somministra all' ingegnere;

sarà

$$AB=\frac{AC.DE}{EF}\ ,$$

per la similitudine de' due triangoli rettangoli BAC, e DEF.

Ma quando un tale astro non v'esiste, allora è meglio risolvere l'attuale quesito nel seguente modo.

Ponete sul terreno adjacente (*fig.* 46) uno specchio C orizzontalmente mediante qualche livella a bolla d'aria, e piantate verticalmente un palicciuolo DE; indi accostandogli un occhio in modo da scovrire la cima della torre nel mezzo dello specchio C, si marchi il punto del palicciuolo ove l'occhio ha subito tale circostanza, che supponghiamo essere D. In seguito, si misuri esattamente AC,CE,ED, e si otterrà

$$AB=\frac{AC\times DE}{EC},$$

essendo i triangoli rettangoli BAC, e DEC, simili, poichè l'angolo d'incidenza BCA=DCE di riflessione, ciò ch'è provato in ottica.

Se si avessero due dritti palicciuoli ed un archipendolo, si potrebbe anche praticare come segue.

Si pianta verticalmente sul terreno il primo DE, (*fig.*47), e l'altro CF orizzontalmente, coll'ajuto dell'archipendolo tenendolo in un punto C del bastone suddetto. Per la sua estremità F si osserva la cima B della torre, e si marca il punto D, d'incontro di questo raggio visuale col bastone DE, come pure l'altro punto G incontro della visuale rasente il palicciuolo FC. Indi si misurino le DC,CF,CG, e GA; si otterrà pe' triangoli simili BGF, DCF;

$$BG=\frac{(CG+CF)DC}{CF};$$

quindi il valore di BA, ch'è eguale a BG+GA.

62. *Calcolare la suddetta altezza con qualunque strumento graduato.*

Si pianti sul terreno adjacente l'istrumento in posizione verticale, che supponghiamo essere un grafometro; (*fig.* 48) e si osservi l'angolo BCD ottenuto dalle due visuali che si diriggono, uno al vertice della torre con l'alidada mobile, e l'altra al piede di essa col diametro dell'istrumento messo in orizzontale posizione. Si misuri la distanza AE, e l'altezza EC dello strumento, e dinoti φ l'angolo BCD osservato; si avrà BA=BD+DA=AEtang.φ+EC.

63. *Valutare una distanza interrotta da una collina; o da altro oggetto, e determinare la direzione del suo prolungamento, con la squadra di agrimensore.*

Sia la retta AB da misurarsi e da prolungarsi più oltre, mentre la collina D da impedimento all'operazione (*fig.* 49).

Si piazzi la squadra sul suo allineamento AE ed in un punto E, che traguardando un palicciuolo messo in A, si possa per altro traguardo diriggere la EF perpendicolare ad essa, e scegliere in questa un punto F, dal quale si possa liberamente osservare il prolungamento di AE verso B. Di poi situata la squadra in F, si dirigga un traguardo verso B, e l'altro per conseguenza incontrerà la AE in un punto, che supponghiamo essere A, in cui vi si porrà un altro palicciuolo. In seguito si misurino le AE, EF, ed FA, e si faccia la seguente proporzione AE : EF :: AF. FB, pe' simili triangoli rettangoli AEF, ed AFB; sarà perciò determinata la traccia FB, e quindi

$$AB = \sqrt{AF^2 + FB^2}.$$

Proseguendo nello stesso modo a determinare gli altri punti m, n, ... C. come osservasi dalla ispezione della figura, si otterrà la posizione della BC in direzione di AE, ovvero si sarà la AE prolungata verso C.

64. *Determinare l'istessa distanza di sopra enunciata, ed il suo prolungamento, con qualunque strumento graduato, o con la tavoletta pretoriana.*

Si scelga un punto F (*fig.* 50) sul terreno tale da poter osservare il prolungamento della data retta AE verso la parte opposta dei fianchi della collina D, e si traguardino i punti A, E, scelti sulla AE da formare il triangolo AEF presso a poco equilatero. Indi si misuri AE, e si determinino gli angoli di detto triangolo per conoscere il lato AF quante volte la misura AF non possa effettuirsi sul terreno.

Di poi osservisi un segnale verso B, onde stimare l'angolo AFB con l'istrumento, e si valuti la distanza AB, dal triangolo AFB, non che l'altra FB, quale si traccia sul terreno per istabilire precisamente il punto B. La stessa operazione si effettuirebbe onde determinare la posizione di un altro punto C in direzione della AE, o meglio si potrebbe con lo strumento in B, diriggere col traguardo di esso un raggio visuale verso C, che l'angolo FBC sia supplemento degli angoli BAF e BFA, e così ottenere il prolungamento della data retta AE a traverso della collina D.

Volendo adoprare la tavoletta di campagna, bisogna prima stazionarsi in A, e tirare su di essa le rette AE, AF corrispondenti alle due visuali dirette ai punti E, ed F: indi piazzare lo strumento in F, ed orientarsi rispetto ad AF. Si dirigga la diottra ad un segnale verso B, si delinea sulla

tavoletta la visuale medesima FB, la quale intersegando la prolungata AE verso C, darà i valori di AB e BF rapportati alla scala del piano che si usa. Il prolungamento BC, si potrà facilmente ottenere con istazionarsi in B, ed orientarsi rispetto a BF, acciò ponendo la riga dell'alidada sulla BA, si avrà, traguardando nel cannocchiale, la posizione del punto C, con piantarvi un palicciuolo qualunque nel prolungamento di AE.

65. *Mezzi per determinare i scandagli di un Lago, o di un Porto.*

Per fissare con esattezza i scandagli di un Lago, o di un Porto, si fa uso comunemente di un sestante, o di una bussola a traguardo, oppure di due tavolette pretoriane, o finalmente di due grafometri; non che di un battello, e di una corda puntata di piedi, o di braccia; le osservazioni si eseguono per lo più ne' tempi del più basso fondo di acqua, o allorchè han luogo le basse maree, per conoscere la minima profondità in siti diversi, a cui bisogna impiegare persone diligenti e bene sperimentate.

Facendo uso del sestante, o della bussola, bisogna l'Ingegnere porsi sul battello con un di questi strumenti, e mentre detto battello è puntato, ovvero ancorato onde renderlo stazionario, per istimare in tal sito la profondità d'acqua, che da altra persona a ciò destinata viene eseguito, egli noterà i due angoli che osserverà tra tre distinti oggetti dell'adjacente costa, di cui ne sono già conosciute le rispettive distanze, notando in un registro il numero de' piedi o delle braccia ricavate in ogni osservazione, le quali si fisseranno sulla pianta già fatta, siccome si è accennato ne' paragrafi 38 e 46. Se poi si fa uso delle tavolette, o de' grafometri, bisogna sulla costa medesima stabilirsi due Ingegneri con detti strumenti ad una donea distanza tra loro, che sarà la base di operazione, la quale si dovrà perciò con esattezza misurare, e fissare ognuno il suo strumento, che mediante i traguardi direttisi scambievolmente, le projezioni delle loro visuali corrispondono precisamente a quella della prescelta base. Di poi un' altra persona si porrà nel battello in mare diriggendo i scandagli, e registrando le diverse profondità d'acqua che si ottengono dall'immergere perpendicolarmente nell'acqua la suddetta corda, mettendo a fianco del primo scandaglio il numero 1, al secondo il numero 2, al terzo il num. 3, e così di seguito. Intanto i due Ingegneri, nel medesimo tempo che la persona scendaglia in mare, diriggeranno al segnale che dessa porrà sul battello, secondo questi han convenuto, un

raggio visuale, il quale sarà benanche affiancato dal numero corrispondente della progressione numerica di sopra accennata, e lo tracceranno sulla rispettiva tavoletta; o si noteranno ognuno su i loro portafogli l'angolo che questo raggio visuale fa con la base dell'operazione, se adoprassero i grafometri. Cosicchè l'incontro di questi raggi visuali corrispondenti a' numeri 1, 2, 3, etc. facendoli partire dall'estremità della linea della base, che si fissa sul foglio di cui si devono segnare i scandagli, darà il luogo preciso ove si sarà fatto lo scandaglio, e per conseguenza il punto in cui bisognerà scrivere il numero de' piedi o braccia, che si vedrà al medesimo numero del registro eseguito da colui che ha scandagliato. E perchè ognuno ne acquisti una certa idea, potrà riflettere la fig. 51, supponendo che si sieno adoprate le tavolette il di cui risultato riesce facilissimo, mentre con gli altri strumenti vi abbisogna più tempo e diviene spesso incerto per le calcolazioni trigonometriche che converrà fare.

66. *Modo di tracciare sul terreno progetti con qualsivoglia strumento graduato.*

Qualunque sia il progetto che si vuole tracciare sul terreno ossia marcarlo nella sua grandezza naturale, fa d'uopo che in questi vi sia segnata la sua linea meridiana, o altra linea, il di cui allineamento è già stabilito sul terreno, non che un punto corrispondente ad un'altro prescelto sul terreno medesimo, onde incominciare le idonee operazioni.

Supponghiamo quindi che il punto A del progetto debba corrispondere al punto A del terreno (*fig.* 52), e che *ab* sia la linea meridiana, o qualunque altra, che deve coincidere con la prescelta AB. Si stabilisca in A lo strumento di maniera che il suo centro corrisponda a piombo del detto punto, e l'alidada fissa di esso faccia scoprire un segnale posto nella tracciata AB; di poi si stimi col rapportatore l'angolo *cab*, e si giri l'alidada mobile, senza che si smova l'istrumento, finchè formi con l'alidada fissa e con l'ago magnetico, se mai lo strumento che si adopra fosse una bussola a traguardo, l'angolo BAC eguale a *bac*. Si faccia piantare un paliocinolo in questa direzione, e si misuri con la catena da A verso C il numero di metri, piedi, o palmi, che si contengono nella *ac*. In seguito si piazzi lo strumento in C, si orienti rispetto ad AC, e si traguardi verso D con l'alidada mobile finchè l'angolo ACD, che questo fa con l'alidada fissa in coincidenza della già tracciata sul terreno AC, sia uguale al nostro angolo *acd* del

proposto piano. Per questa direzione si faccia misurare con la catena da C verso D fino a che la distanza CD sia di egual numero di metri, od altro, che si contengono nella *cd*. Finalmente si prosegua in simil modo per la fissazione de' punti *e*, *f*, *g*, ... *k* del progetto sul terreno, acciò ottenere la figura ACDE . . . . K simile alla *acde* . . . . *k*, e di dimensione naturale.

67. *Maniera di tracciare piani topografici sul terreno con la tavoletta pretoriana.*

S' incolli sulla tavoletta il foglio contenente il proposto piano, e si piazzi lo strumento in modo che il punto *a* del piano corrisponda col punto A dato sul terreno (*fig.* 53). Si orizzonti, e si orienti la tavoletta rispetto alla linea AB od AC, la di cui posizione è già stabilita sul terreno da aste di mira, od altro. Si pone la diottra lungo il lato *ac*, e mediante la visuale diretta pel cannocchiale, si fa piantare sul terreno un palicciuolo a conveniente distanza dal punto A di stazione, di modo che si possa per questi diriggere la catena, e rapportare da A verso C la quantità de' metri, o palmi, che si contengono in *ac* riguardo alla scala del piano. Indi si piazzi in C l' istrumento, di maniera che il punto *c* corrisponda al sottoposto C, si orienti questi rispetto CA, e si tracci la linea CD, siccome si è praticato per AC. Nel modo medesimo si fa per le altre linee DE, EF, FA: finchè si sarà tracciata l' intiera figura ACDEF, nella sua natural grandezza, e simile a quella indicata nel proposto piano.

Fine del primo Libro.

ARTICOLI

CHE SI CONTENGONO NEL PRESENTE LIBRO. (*)

(*) L' indice generale, e le correzioni di alcuni errori incorsi per la fretta nella stampa, saranno riportati alla fine del primo volume.

ro dì

are, col

AFIA

Prezzo d' ogni libro separatamente gr. » 60

— per associazione . . . . » 50

— per ogni 15 copie duc. 6 00